Ministerie van Economische Zaken

Energierapport

Transitie naar duurzaam



Energierapport

Transitie naar duurzaam

Inhoudsopgave

Samenvatting

Het kabinet streeft in internationaal verband naar een CO_2-arme energievoorziening, die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is. Deze grote opgave zal veel van ons vergen, maar Nederland is goed gepositioneerd om de transitie te realiseren. Dat doen we op een zodanige wijze dat het kansen biedt aan het innovatieve bedrijfsleven. Een te hoge CO_2-uitstoot[1] is een mondiaal probleem. Op 12 december 2015 zijn 195 landen onder auspicien van de Verenigde Naties (VN) een belangrijk klimaatakkoord overeengekomen. In dit klimaatakkoord zijn doelen afgesproken zoals het beperken van de opwarming tot ruim onder de twee graden en het bereiken van een balans tussen de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen in de tweede helft van deze eeuw. De Europese Raad heeft de komst van dit klimaatakkoord verwelkomd, omdat het een mondiaal en juridisch bindend akkoord betreft. Dit klimaatakkoord is ook van belang voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid. Voor Nederland zijn daarbij de Europese afspraken leidend. Dit Energierapport gaat uit van de bestaande Europese ambities. Het klimaatakkoord kan ertoe leiden dat deze ambities worden aangescherpt. Dat heeft gevolgen voor alle lidstaten, inclusief Nederland. Door samenwerking en stevige afspraken kunnen wij in Europa een bijdrage leveren aan de reductie. Een efficiënte werking van de Europese energiemarkt bevordert de betaalbaarheid, betrouwbaarheid en duurzaamheid van onze energievoorziening.

Het kabinet houdt onverkort vast aan de Europese afspraken voor 2020, 2030 en 2050 en aan de afspraken uit het Energieakkoord die samen met milieuorganisaties, bedrijfsleven en overheden zijn gesloten. We moeten daarnaast een hoog niveau van veiligheid borgen en ruimte bieden aan nieuwe vormen van energie.

Dit Energierapport geeft een integrale visie op de toekomstige energievoorziening van Nederland. Het kabinet stelt voor de transitie naar duurzame energie drie uitgangspunten centraal: 1) we sturen op CO_2-reductie; 2) we verzilveren de economische kansen die de energietransitie biedt en 3) we integreren energie in het ruimtelijk beleid.

1 Sturen op CO_2-reductie

Nederland staat in internationaal verband voor de uitdaging om de mondiale uitstoot van broeikasgassen drastisch terug te brengen, waarbij in de 2e helft van de 21e eeuw, zoals afgesproken in het klimaatakkoord, er mondiaal een balans moet zijn tussen de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen (ofwel klimaatneutraliteit). De Nederlandse energievoorziening is sterk verweven met energiemarkten in Europa en elders ter wereld. Het kabinet wil de uitstoot van broeikasgassen in 2050 met 80-95% terugdringen op Europees niveau en sluit daarbij aan op de gemaakte afspraken in Europees verband, zoals het Emissiehandelssysteem (ETS). Dit is nodig om de vergaande reductie van CO_2 zo

[1] Daar waar de term “CO_2” wordt gebruikt kan ook “broeikasgassen” of “CO_2-equivalenten” worden bedoeld.

effectief en efficiënt mogelijk te laten verlopen. Door Europese samenwerking kunnen locatievoordelen van landen voor opwekking van hernieuwbare energie beter worden benut, zoals zonne-energie in Spanje, waterkrachtcentrales in Noorwegen en wind op zee voor de kust van Nederland. Nederland zet zich in om het ETS te versterken, bijvoorbeeld door het uit de markt halen van ongebruikte rechten en het aanscherpen van het emissieplafond.

De wijze waarop we de transitie vormgeven moet tijd en ruimte bieden aan technologische doorbraken die we nu nog niet kunnen voorzien. Ook wil het kabinet lokale oplossingen en afwegingen kansen geven, zoals inzet van restwarmte van industrie in bestaande woonwijken. Het is belangrijk om in de sturing op CO_2-reductie flexibel te kunnen zijn. Om zoveel mogelijk gebruik te kunnen maken van technologische vooruitgang en lokale oplossingen formuleert het kabinet het einddoel, maar schrijft het niet voor hoe dit exact moet worden bereikt.

Naast het inzetten van het ETS voor de uitstoot door bedrijven wordt er in Europees verband in 2016 ook gewerkt aan bindende afspraken voor lidstaten over de vertaling van de reductiedoelstelling van de Europese broeikasgasemissies voor sectoren buiten het ETS, zoals de gebouwde omgeving. Aansluitend op de Europese besluitvorming zal het kabinet afspraken maken over hoe deze opgave – met het oog op 2050 – in Nederland kan worden gerealiseerd.

Op basis van de huidige beschikbare kennis is de inzet van vrijwel alle nu bekende CO_2-arme energiebronnen en technologieën vereist voor het bereiken van de gewenste CO_2-reductie. Energiebesparing, biomassa, schone elektriciteitsproductie, en afvang en opvang van CO_2 (CCS) zullen richting 2050 waarschijnlijk robuuste elementen in de energiemix zijn. De mate waarin is afhankelijk van zowel de vraag naar energie als het aanbod van diverse (deels nog te ontwikkelen) energieopties en de betaalbaarheid daarvan. Gegeven de onzekerheden sluit het kabinet geen CO_2-arme opties uit, mits deze bijdragen aan een veilige, betrouwbare en betaalbare energievoorziening. Binnen de huidige marktomstandigheden is er geen behoefte aan een nieuwe kerncentrale, maar het kabinet sluit nieuwe nucleaire technieken mits deze veilig zijn op voorhand niet uit.

Op dit moment zijn we voor onze energievoorziening voor bijna 95% afhankelijk van fossiele brandstoffen. De komende decennia blijven fossiele brandstoffen een rol spelen in het energiesysteem, maar het belang daarvan neemt af. De elektriciteitsmarkt maakt een transitie door naar hernieuwbare energie. Windparken op zee zullen over acht jaar elektriciteit kunnen opwekken voor vijf miljoen huishoudens. In deze transitie passen geen nieuwe kolencentrales. Belangrijk is dat de elektriciteitsmarkt zich nadrukkelijker richt op het gebruik van de minst vervuilende technologieën. Een effectieve prijsprikkel vanuit het ETS zorgt ervoor dat exploitanten van kolencentrales op termijn maatregelen nemen om de uitstoot van hun centrales te beperken, bijvoorbeeld door CO_2-afvang en -opslag (CCS) toe te gaan passen of hun centrales te sluiten. Het kabinet zal samen met de

sector en andere betrokkenen verschillende varianten uitwerken voor het uitfaseren van kolencentrales.

Als minst vervuilende fossiele brandstof zal aardgas nog lang een belangrijke rol spelen. Bij gaswinning staat de veiligheid van inwoners voorop. Zolang Nederland aardgas nodig heeft, draagt veilige gaswinning tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten in Nederland bij aan onze onafhankelijkheid op het gebied van de energievoorziening.

Op 10 juli 2015 heeft het kabinet besloten dat commerciële opsporing en winning van schaliegas de komende vijf jaar niet aan de orde is. Of commerciële opsporing en winning van schaliegas op de langere termijn nodig is, weten we nog niet. Dit zal onder meer afhangen van het tempo en de richting van de transitie, waar mogelijk wordt door onder andere energiebesparing en inzet van duurzame bronnen het gebruik van aardgas zoveel mogelijk verminderd. Bovendien spelen geopolitieke en marktontwikkelingen op de langere termijn een rol. Daarnaast hebben technische ontwikkelingen invloed op de manier van winnen en daarmee op aspecten als veiligheid, milieu en leefomgeving. Om deze redenen kunnen we de optie van schaliegas voor de langere termijn niet nu al uitsluiten. Op dit moment is er geen duidelijkheid over de hoeveelheid winbaar schaliegas in de Nederlandse ondergrond. Voor een zorgvuldig besluit over vergunningverlening voor opsporing en winning van schaliegas voor commerciële doelen is breed, langjarig onderzoek nodig, zeker in het licht van de mogelijke risico's en de maatschappelijke zorg rond schaliegas. Ook wordt er in het onderzoek gekeken naar mogelijkheden om risico's te verkleinen. De ruimtelijke uitwerking van de besluitvorming over schaliegas wordt opgenomen in de Structuurvisie Ondergrond. Op het moment dat de onderzoeksdata beschikbaar zijn, is een zorgvuldige politiek-maatschappelijke afweging nodig. Of en onder welke voorwaarden schaliegas tot de opties blijft behoren, zal onderdeel zijn van deze afweging. Daarbij zullen de decentrale overheden actief worden betrokken.

2 Economische kansen verzilveren

De energietransitie biedt kansen voor behoud en ontwikkeling van het Nederlandse verdienvermogen. Nederlandse offshore bedrijven zijn nu al wereldwijd betrokken bij de aanleg van windparken op zee. De ambitie van het kabinet is dat Nederland de kansen blijft verzilveren door innovatieve oplossingen te ontwikkelen en in de praktijk te brengen. Nederlandse bedrijven worden hierdoor in staat gesteld om een bijdrage te leveren aan de mondiale energietransitie.

De wereldwijde overgang naar CO_2-arme energiebronnen, productieprocessen, producten en diensten heeft invloed op de economische structuur van Nederland. Om de transitie te laten slagen zijn op veel terreinen innovatieve oplossingen nodig, voor zowel bestaande als nieuwe bedrijven. Met name bestaande bedrijven staan voor de uitdaging om in te spelen op de transitie door te vernieuwen en waar nodig het verdienmodel aan te passen. Voor CO_2-intensieve bedrijven die de omslag niet maken zal in een CO_2-arme economie uiteindelijk geen plaats zijn.

Om innovatie te bevorderen zet het kabinet in de eerste plaats in op een uitstekend ondernemers- en innovatieklimaat. Heldere, consistente en stimulerende kaders voor de transitie richting 2050 zijn hiervoor een voorwaarde.
Daarnaast bevordert het kabinet innovatie door het versterken van het organiserend vermogen van (internationale) netwerken bestaande uit bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Dit vergroot ook de kennis van buitenlandse (afzet)markten.
Ten derde, is er evenwichtige aandacht van bedrijfsleven en overheid nodig voor de verschillende fases van het innovatieproces; van fundamenteel onderzoek en ontwikkeling tot demonstratie en implementatie. Op die manier worden (bijna) marktrijpe technologieën zo snel mogelijk toegepast en wordt de basis gelegd voor technologieën die op de lange termijn voor een doorbraak kunnen zorgen.

3 Energie wordt integraal onderdeel van de ruimte

Door de transitie naar een duurzame energievoorziening zal het uiterlijk van woonwijken, industrieterreinen en landelijke gebieden veranderen. Dit geldt zowel voor grootschalige productie (bijvoorbeeld windparken), transport via hoogspanningskabels, ondergrondse opslag van CO_2 (CCS) en voor kleinschalige initiatieven met bijvoorbeeld zonnepanelen. De energietransitie heeft alleen kans van slagen als vroegtijdig en zorgvuldig het gesprek wordt aangegaan met burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties over de ruimtelijke inpassing van productie, opslag en transport van energie. Zoveel mogelijk moet gezamenlijk de afweging plaatsvinden tussen de bijdrage van een initiatief aan de energievoorziening en de overlast of risico's die dit voor omwonenden met zich meebrengt. Hiervoor is het nodig om met alle partijen de ruimtelijke mogelijkheden voor opwekking, opslag en transport van energie in beeld te brengen. Op basis hiervan kunnen vervolgens met deze partijen afspraken worden gemaakt over de betekenis voor regionale opgaven en de verdeling van verantwoordelijkheden, lusten en lasten. Dit proces vergt een heldere rolverdeling bij de totstandkoming van energieprojecten. De verantwoordelijkheid voor het ruimtelijke ordeningsproces ligt zoveel mogelijk bij de desbetreffende provincie of gemeente. Voor het gebruik van de Noordzee is het Rijk bevoegd gezag. De verantwoordelijkheid voor het samenwerken met burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties ligt primair bij de initiatiefnemer, die daarin samenwerkt met het bevoegd gezag.

Vier energiefuncties

Het Energierapport maakt een onderscheid in hoe wij energie gebruiken in vier zogenoemde energiefuncties: energie wordt gebruikt voor ruimteverwarming, voor proceswarmte in de industrie, voor vervoer en voor kracht en licht. Dit maakt onze energievraag inzichtelijk en helpt ons focus te houden in de energietransitie. Zo kunnen we bepalen op welk vlak actie nodig is om de transitie naar een duurzame energievoorziening te realiseren.

Per energiefunctie zal de reductie van CO_2 – het zogenoemde transitiepad – verschillend verlopen. Verwarming van huizen vraagt bijvoorbeeld om andere duurzame oplossingen dan vervoer. Dit heeft te maken met de beschikbaarheid van noodzakelijke innovaties, de mate van afhankelijkheid van het buitenland en het aantal en soort partijen dat een rol speelt. Per energiefunctie is dus een andere aanpak gewenst.

1 Ruimteverwarming

Op dit moment is aardgas uit Nederland de voornaamste energiebron voor de verwarming van huizen, gebouwen, tuinbouwkassen en water uit de kraan. Om onze energievoorziening te verduurzamen zal deze inzet van gas fors omlaag moeten. Dit kan in de eerste plaats door in te zetten op energiebesparing.

Volgens Europese afspraken moeten lidstaten ervoor zorgen dat eind 2020 alle nieuwe gebouwen bijna-energieneutraal zijn. In het Energieakkoord is afgesproken dat voor 2030 voor gebouwen gestreefd wordt naar ten minste gemiddeld label A. Een positieve trend is zichtbaar. Steeds vaker nemen burgers en bedrijven energiebesparende maatregelen, zoals het toepassen van isolatie en het installeren van zonnepanelen. Desalniettemin valt op het gebied van besparing in de komende jaren nog veel winst te boeken. Het voornemen is verder om in de resterende warmtevraag zo veel mogelijk te voorzien door lokale opwekking van warmte (door onder andere warmtepompen en zonneboilers), door een warmtenet op basis van restwarmte of geothermie, of door groen gas.

De warmtetransitie vraagt veranderingen in de infrastructuur. Het is verstandig om de besluitvorming over een meer duurzame warmtevoorziening te koppelen aan plannen voor aanleg of uitfasering van infrastructuur of plannen voor herstructurering van woongebieden en bedrijvenlocaties. Keuzes over de inrichting van de warmtevoorziening kunnen het beste lokaal worden gemaakt op basis van plaatselijke omstandigheden en voorkeuren. Om ruimte te bieden voor maatwerk in wijken wordt de warmtetransitie dus meer dan nu een lokale en een regionale aangelegenheid met een grotere rol voor lokale overheden, gebouwbeheerders, projectontwikkelaars en bewoners. Het opstellen van een (regionaal) warmteplan is hiervoor het startpunt. Het Rijk zal de gezamenlijke inspanning en de lokale besluitvorming waar mogelijk ondersteunen, onder andere door de beleids- en marktregels voor energielevering en voor het beheer van infrastructuur te bezien.

2 Proceswarmte in de industrie

Nederland kent een sterke en omvangrijke industrie. Met name raffinaderijen en de chemische, metallurgische en papierindustrie zijn grootgebruikers van energie. Op dit moment is de ontwikkeling van de technologie nog niet zo ver dat grootschalige energiebesparing mogelijk is. Vaak gaat het om het volledig opnieuw vormgeven van technologische processen en dat kost tijd. Waarschijnlijk zullen technologische doorbraken pas in een latere fase richting 2050 toegepast worden. De eerste uitdaging is om processen zodanig in te richten dat minder warmte of warmte met een lagere temperatuur nodig is. Andere mogelijkheden zijn elektrificatie, verduurzaming van de stoomproductie en benutting van restwarmte door industriële clusters. Voor een deel van de productie met hoge temperatuurwarmte blijft echter nog lange tijd inzet van fossiele brandstoffen nodig met op termijn afvang en opslag van CO_2.

Bedrijven in deze sectoren concurreren veelal wereldwijd, deels in sectoren die te kampen hebben met overcapaciteit en vaak met bedrijven uit landen waar energieprijzen structureel lager liggen en waar arbeidskosten en milieuwetgeving anders zijn dan in

Europa. Met deze internationale context moeten we rekening houden. Daarom zet Nederland zich in voor een versterking van het Emissiehandelssysteem en het in mondiaal en Europees verband uitvoeren van het VN klimaatakkoord van december 2015. Versterking van de concurrentiepositie wordt echter vooral bepaald door voorop te blijven lopen met technische vernieuwing. Naast de internationale aanpak wordt er daarom ook ingezet op nationaal beleid voor een transitie in de voorziening van proces-warmte. Het is nodig om zowel organisatorisch als technologisch tot en met 2030 een forse innovatie-inspanning te leveren, zodat doorbraaktechnologieën tussen 2030 en 2050 uitgerold kunnen worden. Versterking van doelgerichte innovaties en ondersteuning van demonstratieprojecten is de kern van de gezamenlijke aanpak door de overheid, het bedrijfsleven en de kennisinstellingen. Daarbij staan we open voor systeeminnovaties waarbij energieoplossingen samengaan met vervanging van grondstoffen en opvang en hergebruik van CO_2. Tenslotte verwacht het kabinet van bedrijven, mede op basis van al bestaande en aan te scherpen afspraken, dat zij hun verantwoordelijkheid nemen door te investeren in al rendabele energiebesparende technieken.

3 Vervoer

Vervoer over de weg, over het water, per spoor en door de lucht is van groot belang voor onze economie. Op dit moment zijn wij hiervoor nog sterk afhankelijk van fossiele bronnen. In het Energieakkoord is een aantal afspraken gemaakt met als stip op de horizon het verminderen van de vervoersemissies in 2050 met ten minste 60% ten opzichte van 1990.

Energiebesparing in het vervoer kan voor een beperkt deel worden bereikt door toepassing van het nieuwe rijden, gedeeld autogebruik en benutting van lichtere materialen en efficiëntere motoren. Grotere stappen zijn alleen mogelijk door veranderingen van voertuigen en brandstoffen. Elektrische aandrijving is nu al beschikbaar voor kleinere voertuigen en voor vervoer over relatief korte afstanden. Voor het zware en lange afstandsvervoer over de weg, op het water en door de lucht zijn vloeibare biobrandstoffen en (bio-)LNG het meest geschikt. Vergrote inzet van deze brandstoffen vergt nog veel innovatie. Bovendien dient rekening te worden gehouden met de beperkte beschikbaarheid van biomassa, aangezien deze wereldwijd ook voor andere toepassingen in de economie kan worden ingezet, zoals de productie van voedsel. De werkwijze van de duurzame brandstofvisie, waarbinnen een visie en actieprogramma adaptief zijn opgezet en met betrokkenheid van vele organisaties tot stand zijn gekomen, wordt de komende jaren gecontinueerd. In Europees verband zet Nederland in op strenge normen voor CO_2-emissies voor wegvervoer. Daarnaast pleit Nederland in internationaal verband voor strenge emissienormen voor de internationale scheepvaart en luchtvaart.

4 Kracht en licht

De productie van elektriciteit voor kracht en licht zal in Europa tot 2050 ingrijpend moeten worden verduurzaamd. Apparaten en lampen zullen bijvoorbeeld energiezuiniger moeten worden, zodat er minder elektriciteitsproductie nodig is. De transitie leidt tot een sterk toenemend gebruik van CO_2-arme bronnen voor elektriciteitsproductie, zoals zon,

wind en water. Deze hernieuwbare bronnen leveren variabele productieniveaus door wisselende weersomstandigheden. Daarom wordt flexibiliteit in zowel de productie als de vraag belangrijker. Steeds meer partijen – ook kleinverbruikers – zullen een rol spelen in het leveren van flexibiliteit. Het kabinet staat positief tegenover lokale initiatieven en ondersteunt deze. Grootschalige productie blijft daarnaast nodig om aan de vraag naar energie door burgers en bedrijven te voldoen.

Het huidige markt- en reguleringsbeleid biedt een goed uitgangspunt voor het garanderen van de betrouwbaarheid van de elektriciteitsproductie, ook op langere termijn en met een veel groter aandeel variabele elektriciteitsproductie. De variabele elektriciteitsproductie stelt hogere eisen aan de infrastructuur. Het kabinet zal samen met netbeheerders, marktpartijen en energiegebruikers vaststellen hoe ook de infrastructuur kan profiteren van flexibiliteit op de markt.

Energiedialoog

De transitie naar een CO_2-arme energievoorziening, die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is, is een uitdaging voor Nederland, Europa en de rest van de wereld. Het is een opgave voor iedereen: burgers, bedrijven, andere overheden en maatschappelijke organisaties.

Burgers, bedrijven, andere overheden en maatschappelijke organisaties worden met het Energierapport uitgenodigd om deel te nemen aan een dialoog. Deze dialoog biedt de deelnemers volop gelegenheid hun visie op de toekomstige energievoorziening te geven. Daarbij krijgen zij ook de vraag voorgelegd welke stappen nodig zijn, in het bijzonder binnen de verschillende energiefuncties, en wie welke inzet daarvoor pleegt. Op die manier zal de Energiedialoog bijdragen aan de vormgeving van de energietransitie.
De dialoog zorgt voor essentiële inbreng voor een beleidsagenda. Het kabinet zal bij de formulering van de agenda de ideeën, stappen en aanscherpingen steeds toetsen aan de mate waarin zij bijdragen aan de CO_2-arme energievoorziening in 2050, waarin zij passen binnen een betaalbare, betrouwbare en veilige energievoorziening, waarin zij een bijdrage leveren aan de versterking van de economische structuur en waarin zij inpasbaar zijn in de omgeving. Daarnaast is de dialoog gericht op bewustwording van de energietransitie. Het kabinet brengt de beleidsagenda tegelijkertijd met de evaluatie van het Energieakkoord in het najaar van 2016 uit.

De Energiedialoog zal zoveel mogelijk aansluiten op reeds bestaande initiatieven. Daarnaast kiezen we ervoor medeoverheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties actief te benaderen met de vraag onderdelen van de dialoog te organiseren. We zullen in overleg met hen de aanpak van de dialoog uitwerken.

1 Inleiding

In het Energierapport 2015 geeft het kabinet een integrale visie op de toekomstige energievoorziening in Nederland. Bij het opstellen van het Energierapport is gebruik gemaakt van het advies "Rijk zonder CO_2, naar een duurzame energievoorziening in 2050" van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli). Overleg met partijen uit het veld heeft geleid tot verdieping van de vraagstukken die in dit advies naar voren zijn gekomen. Met het Energierapport nodigt het kabinet burgers, bedrijven, kennisinstellingen, andere overheden en maatschappelijke organisaties uit om in 2016 deel te nemen aan een maatschappelijke dialoog. Daarin kan iedereen zich uitspreken over de gewenste strategie om onze toekomstige energievoorziening op een duurzame manier vorm te geven. De uitkomsten van deze dialoog zijn een essentiële inbreng voor de Beleidsagenda die het kabinet in het najaar van 2016, tegelijkertijd met de evaluatie van het Energieakkoord, uitbrengt. Daarmee is het Energierapport een startpunt voor de verdere vormgeving van onze toekomstige energievoorziening.

Nederland staat voor grote uitdagingen op energiegebied

Nederland staat voor de uitdaging om de uitstoot van broeikasgassen drastisch terug te brengen, waarbij in de 2e helft van de 21e eeuw, zoals afgesproken in het klimaatakkoord, er mondiaal een balans moet zijn tussen de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen (ofwel klimaatneutraliteit). Daarin staan we niet alleen: deze uitdaging vergt wereldwijd actie. Nederland heeft zich verbonden aan de ambitieuze doelstelling voor de reductie van de Europese broeikasgasemissies en opereert in internationaal verband. Daarbij gaan nationale en internationale belangen hand in hand.

We bewegen ons van een fossiel gedreven economie naar een duurzame, CO_2-arme economie. Die transitie is al gaande, maar zal de komende decennia aan intensiteit winnen. Dat betekent dat we op verschillende terreinen – in de gebouwde omgeving en elektriciteitsvoorziening, maar ook bij industriële processen en vervoer – grote veranderingen zullen zien. In dit rapport brengen we in beeld wat de weg naar een duurzame energiehuishouding op de verschillende terreinen behelst.

In onze huidige, fossiel gedreven economie en samenleving komen veel broeikasgassen (CO_2 en equivalenten zoals methaan) vrij. Als er te veel broeikasgassen in de lucht komen, stijgt de temperatuur op aarde, verandert het klimaat en daarmee de leefomgeving van bevolkingsgroepen. De leefbaarheid in veel delen van de wereld zal sterk onder druk komen te staan en de frequentie van extreme weersomstandigheden zal toenemen. Internationale rapporten over de aanpak van klimaatverandering tonen aan dat mondiaal de baten van de energietransitie de kosten ver overtreffen[2]. Een temperatuurstijging van 4 graden in 2100 zal leiden tot een negatieve impact op de wereldwijde economie van 2-10%[3]. Daarom zijn er op de klimaatconferentie in Parijs onlangs ambitieuze afspraken gemaakt om de opwarming te beperken. Uitstoot van broeikasgassen vindt plaats op diverse manieren: naast de energie gerelateerde emissies is er ook uitstoot door veeteelt en landgebruik, door productieprocessen in de industrie en door vuilverbranding van fossiele materialen. Het is belangrijk dat al deze sectoren inzetten op een sterke reductie van de uitstoot. Het Energierapport focust op de energievoorziening en zal andere sectoren alleen aanstippen wanneer er raakvlakken zijn met ontwikkelingen op energieterrein.

Tegelijkertijd heeft het energiebeleid een breder doel dan de bijdrage aan het beperken van klimaatverandering. Het energiebeleid heeft ten principale tot doel om voor burgers en bedrijven een veilige, betrouwbare en betaalbare energievoorziening te realiseren.

De wereldwijde transitie naar een CO_2-arme energievoorziening zal leiden tot veranderingen in de economische structuur. Dat biedt volop (export)kansen voor Nederlandse bedrijven. Het is zaak dat Nederland zich profileert in de wereldwijde energietransitie.

2 Recent voorbeeld: The Global Commission on the Economy and Climate, 2015, Seizing the global opportunity: Partnerships for Better Growth and a Better Climate.

3 OESO, 2015, The Economic Consequences of Climate Change.

De fossiel gedreven onderdelen van de Nederlandse economie zullen zich moeten aanpassen. Het kabinet geeft ruimte aan ondernemers. Dat vertaalt zich naar duurzame en innovatieve bedrijven die de structuur van de economie versterken en zorgen voor nieuwe werkgelegenheid.

Een wereld in verandering

Dit Energierapport verschijnt in een tijd waarin stappen worden gezet om de in het Energieakkoord afgesproken doelstellingen richting 2020 en 2023 te realiseren[4]. Hiermee heeft Nederland een onomkeerbare stap in de energietransitie gezet. Het kabinet onderschrijft, met andere partners van het Energieakkoord, de doelen en afspraken uit dit akkoord. Een forse toename van het aandeel hernieuwbare energie en energiebesparing is hiervan de komende jaren het gevolg[5]. Verder kent de Nederlandse energievoorziening een hoge mate van betrouwbaarheid en betaalbaarheid, mede door concurrentie en marktintegratie in Noordwest Europa. Op mondiale schaal ziet het IEA eerste tekenen van een ontkoppeling van de relatie tussen CO_2-emissies en economische activiteit. Hernieuwbare energie is sterk in opmars, vooral in de elektriciteitsopwekking. In 2040 is de helft van de elektriciteitsopwekking in de EU afkomstig uit hernieuwbare bronnen. Tegelijkertijd blijft CO_2-reductie in de industrie en transport op mondiale schaal achter. Het IEA verwacht de komende jaren een relatief lage olieprijs met het risico van te weinig investeringen in nieuwe productie als gevolg, een toename van het gasgebruik en een lichte toename van het kolengebruik[6].

Veel spelers dragen bij aan de huidige en toekomstige energievoorziening. Zo wekken steeds meer burgers zelf energie op, zorgen netwerkbedrijven voor betrouwbare energienetten, realiseren energiebedrijven en kennisinstellingen innovaties en stimuleren gemeenten en provincies de verduurzaming van de energievoorziening op de korte en lange termijn. Niettemin is het belangrijk om ons te realiseren dat we nog lange tijd afhankelijk zullen zijn van fossiele energiedragers. Conflicten als in het Midden-Oosten en in en rond Oekraïne raken onze energievoorzieningszekerheid.

Maar er zijn nog meer kwesties die vragen om een nieuwe aanpak: aardbevingen in Groningen en de veiligheid van bewoners; prijsverschillen met landen binnen en buiten Europa en het concurrentievermogen van bedrijven, het streven naar een Europese

---

4 De partners van het Energieakkoord zetten zich in om de volgende doelen te realiseren:
- Een besparing van het finale energieverbruik met gemiddeld 1,5 procent per jaar.
- 100 petajoule aan energiebesparing in het finale energieverbruik van Nederland per 2020.
- Een toename van het aandeel van hernieuwbare energieopwekking (nu ruim 5,6 procent) naar 14 procent in 2020.
- Een verdere stijging van dit aandeel naar 16 procent in 2023.
- Ten minste 15.000 voltijdsbanen, voor een belangrijk deel in de eerstkomende jaren te creëren. Bovendien is het streven dat Nederland in 2030 een top 10 positie inneemt op de mondiale Clean Tech Ranking.

5 ECN en PBL, 2015, Nationale Energieverkenning 2015. Waar de partners achterlopen bij de realisatie van doelstellingen, zetten deze samen stappen om de gaten die er nog zijn te dichten. Daarnaast speelt de uitvoering van het Urgenda-vonnis. Reeds lopende onderzoeken, zoals het Interdepartementale Beleidsonderzoek ‘Kostenefficiëntie CO_2-reductiemaatregelen’, zullen bouwstenen aandragen voor aanvullende maatregelen.

6 IEA, 2015, World Energy Outlook 2015.

Energie Unie terwijl lidstaten individueel energiebeleid voeren, de toename van intermitterende energiebronnen en de druk op het elektriciteitssysteem, afname van de eigen gasproductie en de rol van gas in onze energievoorziening, de (ruimtelijke) inpassing van hoogspanningsmasten, windmolens, gasopslag en mijnbouw en de maatschappelijke weerstand daartegen. Het is maar een greep uit de onderwerpen die vragen om concrete beleidsacties en die ieder voor zich doorwerken op de lange termijn. Ze maken zichtbaar hoe belangrijk het is om de afweging te maken onder welke voorwaarden we energie willen gebruiken.

Op weg naar een nieuwe trendbreuk

De transitie naar een CO_2-arme energievoorziening, die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is, is een uitdaging voor Nederland – binnen Europa – en de rest van de wereld. In Nederland is het een opgave voor iedereen. Aan fossiele bronnen gekoppelde activiteiten zullen geleidelijk plaats moeten maken voor nieuwe, duurzame activiteiten. In veel sectoren waarin Nederland sterk is, zal een transformatie moeten plaatsvinden. Voorbeelden hiervan zijn de glastuinbouw, de chemische industrie en de logistiek. De Nederlandse energiepositie in de wereld gaat veranderen, met name omdat onze eigen gasproductie daalt, maar ook door veranderingen in de landen om ons heen en de rest van de wereld. De energietransitie zal grote investeringen vergen en gepaard gaan met de nodige veranderingen in de economie.

De opgave geldt ook voor de gebouwen waarin we wonen en werken. De noodzaak van energiebesparing heeft gevolgen voor hoe huizen, kantoren en andere utiliteitsgebouwen worden gebouwd en verbouwd en hoe we – geholpen door ICT – omgaan met energie verbruikende apparaten. Decentrale energieopwekking moet worden geïntegreerd in het energiesysteem. Dit behelst het combineren met andere ruimtelijke functies en inpassing in de leefomgeving. Elektrificatie van vervoer vergt een nieuwe infrastructuur. In de warmtevoorziening zal aardgas geleidelijk plaatsmaken voor andere bronnen van warmte, zoals elektriciteit, omgevingswarmte, bodemenergie en industriële restwarmte. De energietransitie is ook een grote kans voor het verbeteren van de directe leefomgeving. Inzet op lokale belangen zoals een betere luchtkwaliteit motiveert betrokken partijen om in de eigen omgeving zich in te zetten voor de transitie.

Nederland kan en gaat deze uitdaging verder aan. Nederland heeft de afgelopen decennia al meerdere trendbreuken in de energievoorziening meegemaakt: van steenkool naar olie en gas in de jaren 1950 en 1960, inzet op energiebesparing via het nationaal isolatieprogramma in 1978, diversificatie via de terugkeer van kolen in de jaren 1970 en 1980, het besluit in 1986 om niet grootschalig in te zetten op kernenergie en het groeiend besef van de noodzaak tot verduurzaming in de jaren negentig en daarna. Welbeschouwd is het een doorlopende energietransitie. Oplossingen uit het verleden blijken echter soms onderdeel van het probleem van nu. Onze visie is voortdurend in ontwikkeling. Het doel is helder. Tegelijkertijd is de weg er naartoe vol met onzekerheden en dilemma’s. Met een brede coalitie van burgers, bedrijven, kennisinstellingen, overheden en maatschappelijke organisaties kunnen er grote stappen worden gezet.

Energierapport als leidraad voor de energietransitie richting 2050

Het Energierapport richt zich op de periode na het Energieakkoord[7]. Het uiteindelijke doel ligt in 2050. Dit klinkt ver weg, maar de keuze is ingegeven door het besef dat de opgave dermate groot en ingrijpend is dat deze lange termijn ook echt nodig is om de transitie naar een CO_2-arme energievoorziening, die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is, te verwezenlijken. Voor het in werking zetten van een daadkrachtig vervolgproces is het ook nodig om een beeld voor de middellange termijn te schetsen. Een aanzienlijk gedeelte van de opgave zal immers pas op lange termijn kunnen worden gerealiseerd, deels met technologie die nu nog niet is ontwikkeld. Verduurzaming is meer dan het vergroten van het aandeel hernieuwbare energie en het realiseren van energiebesparing. De grootste opgave zit juist in het veranderen van het huidige energiesysteem en de daarvoor benodigde ontwikkeling van nieuwe energie-opties. De gevolgen hiervan strekken zich uit zowel naar energiefuncties in de onder- en bovengrond als ook naar andere belangen bij hoe wij de leefomgeving inrichten. Dit Energierapport omvat de visie op de toekomstige energievoorziening en schetst de uitgangspunten voor de transitie, als voorzet voor een brede dialoog.

Inhoud van het Energierapport

Er volgen vijf hoofdstukken:

- Hoofdstuk 2 geeft aan welke ambities het kabinet nastreeft.
- Hoofdstuk 3 beschrijft op welke manier we dit willen bereiken: door actief te handelen op verschillende geografische niveaus, door CO_2-arme energieopties open te houden, door te werken aan flexibele markten en infrastructuur, door de energietransitie integraal onderdeel te maken van de ruimte, door te kiezen voor een zorgvuldige risicobenadering zonder overregulering en door iedereen te betrekken.
- Hoofdstuk 4 schetst de energievoorziening als systeem. Vervolgens wordt de transitieopgave binnen de verschillende functies van energie beschreven: ruimteverwarming, proceswarmte, vervoer, en kracht en licht.
- Hoofdstuk 5 gaat in op de energieopties die Nederland heeft en de overwegingen die daarbij spelen. Hierin wordt ook aandacht besteed aan aardgas, CCS en het mijnbouwklimaat.
- Hoofdstuk 6 verschaft de contouren van de Energiedialoog.

Er is voor gekozen om bij de uitwerking van de energiefuncties in hoofdstuk 4 achtergrondinformatie te verschaffen over de huidige stand van zaken. Deze informatie dient als basis voor de energiedialoog. In de bijlage is een overzicht opgenomen van de toezeggingen die aan het parlement zijn gedaan en die met dit Energierapport of later in de Beleidsagenda worden ingelost.

7 Op deze manier wordt beantwoord aan de behoefte om een fundering leggen voor een voor de langere termijn consistent kader voor energiebeleid en een strategische visie op de rol van aardgas in onze energievoorziening in het bijzonder (Kamerstuk 29 023 nr. 176).

2

Ambitie 2050: CO_2-arm, veilig, betrouwbaar en betaalbaar

Klimaatverandering is een internationaal probleem en vraagt om een internationale oplossing. Europa is verantwoordelijk voor 10,5% en Nederland voor 0,5% van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen[8]. In internationaal en Europees verband streven we naar een energievoorziening die in 2050 CO_2-arm is. Het kabinet kiest daarbij voor uitsluitend sturing op CO_2-reductie. Energiebesparing en de inzet van hernieuwbare energie volgen hieruit, maar zijn op langere termijn geen aparte doelstellingen. Behalve CO_2-arm moet de energievoorziening ook veilig, betrouwbaar en betaalbaar zijn. Daarbij moet de energietransitie innovatieve Nederlandse bedrijven kansen bieden. Door op Europese schaal afspraken te maken over CO_2-reductie kunnen we op een kosteneffectieve wijze gebruik maken van de verschillende mogelijkheden die landen hebben, bijvoorbeeld locatievoordelen voor de opwekking van hernieuwbare energie. Ook wordt ruimte geboden aan technologische doorbraken.

2.1 CO_2-arm

Sturen op CO_2-reductie in Europees verband

Het kabinet kiest richting 2050 voor een bestendiging van de lijn dat we sturen op CO_2-reductie op Europees niveau. We houden onverkort vast aan de bindende Europese afspraken voor 2020, 2030 en 2050 en aan de afspraken uit het Energieakkoord voor 2020 en 2023. Dit vraagt om een nationale vertaling en uitwerking en om sterke inzet op de verdere aanscherping in Europees verband van het Europese Emissiehandelssysteem (ETS). Per energiefunctie (ruimteverwarming, proceswarmte, vervoer en elektriciteit) zal een samenhangend pakket aan maatregelen moeten worden samengesteld in lijn met de Europese doelstellingen. De inzet van zowel CO_2-reducerende technieken als innovatie moet daarbij voldoende geborgd worden. Daarnaast is een goed werkend ETS voor de industrie en elektriciteitsproductie essentieel. Additionele inzet op innovatie, ook voor ETS-sectoren, is nodig om richting 2030 en 2050 op een kosteneffectieve wijze CO_2-reductie te bewerkstelligen. Tijdens de Europese Energieraad van 26 november 2015 is afgesproken dat alle Lidstaten een nationaal energie- en klimaatplan voor de periode 2021-2030 moeten opstellen. Op basis van de energiedialoog zullen de contouren van dit plan worden geschetst, inclusief de vervolgacties die voortvloeien uit het klimaatakkoord van Parijs. Nederland zal, in lijn met de doelstelling voor de reductie van broeikasgasemmissies, in dit plan ook maatregelen vastleggen.

De Europese ambities

De Europese aanpak is ambitieus in vergelijking met de meeste andere grote economieën wereldwijd, met een grootschalig emissiehandelssysteem en met doelen voor 2020, 2030 en 2050.

- *2020: 20% reductie*
  Voor 2020 geldt: 20% broeikasgasemissiereductie in Europa ten opzichte van 1990, 20% hernieuwbare energie en 20% energiebesparing. Een deel van de emissiereductie, met name bij de energie-intensieve industrie en de energiesector, valt onder het Europese Emissiehandelssysteem (ETS). De rest, de zogenaamde niet-ETS emissiereductie, is over de lidstaten verdeeld. Draagkracht van de lidstaten speelde daarbij een belangrijke rol. Daarnaast heeft Nederland de bindende doelstelling om 14% hernieuwbare energie op te wekken en gemiddeld 1,5% energiebesparing te realiseren in de periode 2014-2020.

- *2030: 40% reductie*
  In oktober 2014 zijn de Europese doelen voor 2030 vastgesteld: ten minste 40% broeikasgasemissiereductie ten opzichte van 1990 en 27% hernieuwbare energie. Voor energie-efficiëntie geldt een Europees indicatief doel van 27%. Het klimaatdoel van 40% reductie wordt voor de niet-ETS sectoren vertaald naar een

---

8 Europese Commissie, Edgar – Emission database for global atmospheric research, cijfers voor 2012, http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2013 geraadpleegd op 15 december 2015.

bindende doelstelling voor lidstaten. Daarover wordt naar verwachting in 2016 een besluit genomen. Deze Europese doelstellingen waren de inzet voor de klimaatonderhandelingen in Parijs.

- *2050: 80-95% reductie*
  In Europees verband is een ambitieuze doelstelling van 80-95% broeikasgas-emissiereductie in 2050 voor de hele economie afgesproken ten opzichte van 1990[9]. Deze doelstelling is afgeleid van de internationale afspraak dat de mondiale temperatuur met niet meer dan 2°C mag stijgen. Over de implicaties van de nieuwe mondiale klimaatdoelen (zie volgende paragraaf) zijn in Europa nog geen afspraken gemaakt.

Conform de afspraken over de governance voor 2030 worden de Europese doelen voor hernieuwbare energie en energiebesparing niet vertaald naar een nationaal niveau maar moet Nederland, als alle lidstaten, uiterlijk eind 2019 een nationaal energie- en klimaat-plan voor de periode 2021-2030 opstellen, waarin nationale beleidsmaatregelen worden benoemd die bijdragen aan het halen van de doelen van de Energie Unie. Nederland zal, in lijn met de doelstelling voor de reductie van broeikasgasemissies, in dit plan ook aangeven wat dit betekent voor hernieuwbare energie en energie-efficiëntie.

Ambitieus internationaal klimaatakkoord

Nederland heeft zich samen met andere Europese landen ingezet om tijdens de klimaat-conferentie in Parijs tot goede internationale afspraken te komen. Op 12 december 2015 is een belangrijk klimaatakkoord overeengekomen dat kan dienen als een nieuw uitgangs-punt voor effectief mondiaal klimaatbeleid in de 21e eeuw. In dit klimaatakkoord hebben 195 landen mondiale klimaatdoelen en nationale bijdragen afgesproken. De mondiale gemiddelde temperatuurstijging dient tot ruim beneden de twee graden ten opzichte van het pre-industriële niveau gehouden te worden, en landen streven ernaar deze tempera-tuurstijging tot 1,5 graad te beperken.
Dat is ambitieuzer dan het eerder overeengekomen doel om de opwarming tot beneden 2 graden te beperken. Om dit doel te bereiken is afgesproken om de stijging van de mondiale broeikasgasemissies zo vroeg mogelijk om te buigen zodat deze daarna snel afnemen. In de tweede helft van deze eeuw moet er dan een balans worden bereikt tussen de uitstoot en opname van broeikasgassen (ofwel klimaatneutraliteit). Het intergouvernementele panel over klimaatverandering (IPCC) van de Verenigde Naties (VN) is gevraagd inzicht te geven in de benodigde emissiereducties voor een beperking van de opwarming tot 1,5 graad.

Verder is afgesproken dat alle landen iedere vijf jaar hun nationale bijdrage opnieuw bezien en vernieuwen of - in het geval van 10 jarige bijdragen - herzien of herbevestigen. Dat dient op een transparante wijze te gebeuren, volgens afgesproken richtlijnen en met

9 Europese Raad van Brussel, Conclusies van het voorzitterschap (15265/1/09 REV 1), bevestigd op 4 februari 2011 (EUCO 2/11).

gebruikmaking van geaccepteerde methoden. Landen mogen hun bestaande bijdragen tussentijds aanscherpen; nieuwe bijdragen voor een volgende periode dienen steeds ambitieuzer te zijn dan bijdragen voor de voorgaande perioden. Voor de EU geldt er één gemeenschappelijke klimaatbijdrage namens de EU lidstaten. Voor 2030 is dat een reductie van ten minste 40% ten opzichte van 1990. De herziening van de nationale bijdragen wordt voorafgegaan door een periodieke mondiale evaluatie door de VN, die landen moet informeren over de progressie richting de langetermijnklimaatdoelen en over benodigde toekomstige inspanningen. De eerste mondiale evaluatie is gepland voor 2018. Op basis daarvan moeten landen in 2020 informeren over nieuwe 5 jaarlijkse of eventueel aangescherpte 10 jaarlijkse nationale bijdragen. Naast nationale bijdragen moeten landen er ook naar streven om in 2020 een lange termijn lage-emissie strategie in te dienen.

Landen worden verder opgeroepen om eerdere afspraken uit de klimaatonderhandelingen uit te voeren. Het gaat daarbij om eerder toegezegde bijdragen en het ophogen van de ambities voor 2020. Ook worden landen opgeroepen vrijwillige annulering van emissierechten onder het Kyoto-protocol door landen en niet-statelijke actoren te bevorderen. Nederland heeft in 2015 reeds besloten een extra reductiebijdrage te leveren door het annuleren van een daadwerkelijk overschot aan Kyoto-emissierechten die beschikbaar zijn voor sectoren die niet onder het ETS vallen[10].
Het klimaatakkoord treedt in werking als minimaal 55 landen het akkoord hebben geratificeerd die samen ook minimaal 55% van de mondiale broeikasgasuitstoot vertegenwoordigen. Landen kunnen het klimaatakkoord ondertekenen vanaf 22 april 2016 tot 22 april 2017.

Met dit akkoord is de Nederlandse en Europese inzet van een juridisch bindend en ambitieus akkoord met een verantwoordelijkheid voor alle landen om opwarming tegen te gaan grotendeels bereikt. Een belangrijke uitkomst is het mondiale vijfjarig revisiesysteem dat alle landen aan hun verantwoordelijkheid moet houden om progressief bij te dragen aan het tegengaan van de opwarming. Bovendien biedt het akkoord economische kansen voor Nederlandse bedrijven en wetenschap om kennis en expertise op het gebied van bijvoorbeeld water en landbouw in te zetten in landen die te kampen hebben met de gevolgen van klimaat.
Dit klimaatakkoord is van belang voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid[11]. Voor Nederland zijn de Europese afspraken leidend. De Europese doelstellingen blijven daarom het uitgangspunt voor Nederland. De Europese Raad heeft in december de komst van dit klimaatakkoord verwelkomd, omdat het een mondiaal en juridisch bindend akkoord betreft[12]. De Europese Raad heeft de Raad en de Europese Commissie verzocht om de resultaten van het klimaatakkoord te bestuderen, met name in het licht van het klimaat- en energieraamwerk voor 2030. De Europese Raad zal zich daar waarschijnlijk in maart 2016

10 Kamerstuk 31793, nr. 116.

11 De staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu heeft op 18 december 2015 een brief naar de Kamer gestuurd met daarin de uitkomsten op hoofdlijnen van de klimaatconferentie in Parijs (Kamerstuk 31793, Nummer 112). Begin 2016 zal er een appreciatie namens het kabinet worden gestuurd naar de Kamer.

12 Europese Raad, 2015, Conclusies van de Europese Raad van 17-18 december 2015.

over buigen. De Europese Commissie heeft aangegeven dat de focus nu moet liggen op implementatie van de staande 2030 doelen. De discussie over een eventuele ophoging van de ambities, zowel wat betreft de klimaatdoelen voor 2050 als 2030, zal pas plaatsvinden in het kader van de voorbereiding van de vijfjaarlijkse herziening van de nationale bijdragen in 2020[13]. Een eventuele ophoging van de Europese ambities heeft gevolgen voor alle lidstaten, inclusief Nederland.

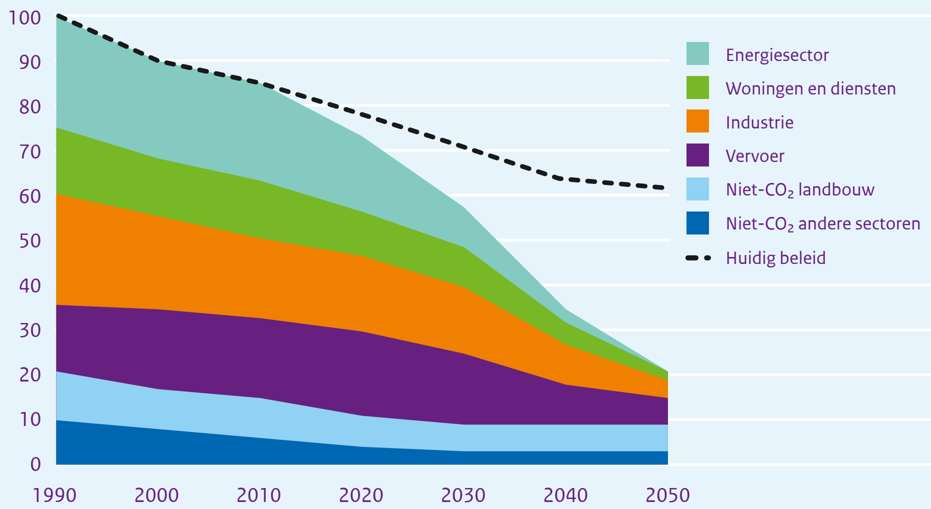
Lager energieverbruik en meer hernieuwbare energie volgen uit CO_2-ambitie

Om recht te doen aan specifieke omstandigheden en voorkeuren en om ontwikkelingen in de tijd mee te kunnen nemen in het beleid kiest het kabinet ervoor alleen te sturen op de CO_2-uitstoot en niet aanvullend op het aandeel hernieuwbare energie of de mate van energiebesparing. Het kabinet heeft ook bij de inzet voor de Europese doelen voor 2030 benadrukt dat de broeikasgasemissiereductie het hoofddoel dient te zijn.

Het Europese doel om de broeikasgasemissies met 40% te reduceren in 2030 ten opzichte van 1990 resulteert volgens de Europese Commissie in een lager energieverbruik en een

13 Speech van Commissaris Cañete van DG Klimaatactie en Energie op 14 december 2015.

***Figuur 2.1** Reductiepad naar een reductie van de EU-uitstoot van broeikasgassen met 80% in 2050 ten opzichte van 1990 (stand 2011)*



Bron: Europese Commissie, 2011, Routekaart naar een concurrerende koolstofarme economie in 2050

hogere inzet van hernieuwbare energie in vergelijking met de situatie zonder aanvullend beleid na 2020. De besparing van het finale energiegebruik in de EU loopt in 2030 op tot 25% (tegen 21% zonder aanvullend beleid). Het aandeel hernieuwbare energie in de EU bedraagt in 2030 dan bijna 27% (tegen 24% zonder aanvullend beleid). In 2050 loopt dit aandeel verder op naar ruim 51%. Voor Nederland zou het aandeel volgens de Europese Commissie toenemen tot 19-24% in 2030 (tegen 18% zonder aanvullend beleid). Het klimaatdoel heeft daarnaast een gunstig effect op de luchtkwaliteit en vermindert de import van fossiele brandstoffen van buiten de EU[14]. Nederland zal in het Europese kader rapporteren hoe het bijdraagt aan de Europese doelen voor hernieuwbare energie en energie-efficiëntie in de periode 2020-2030.
Figuur 2.1 geeft aan wat de Europese inzet voor CO_2-emissiereductie grofweg per sector betekent. Deze richting kan uiteraard wijzigen bij nieuwe inzichten in bijvoorbeeld emissieniveaus en de mogelijkheden om die te verminderen. Mochten de uitkomsten van mondiale onderhandelingen daartoe aanleiding geven, dan kan het uiteindelijke doel nog worden aangescherpt door nieuwe bestuurlijke afspraken in Europees verband.

Europese ambitie concretiseren in Nederland

Nederland levert binnen de internationale afspraken en zonder terughoudendheid en bijdrage aan de beperking van de klimaatverandering. Op basis van de Europese doelstelling van ten minste 40% broeikasgasemissiereductie in 2030, kunnen we onze ambities formuleren voor de proceswarmte in de industrie (hoge temperatuur warmte), ruimteverwarming (lage temperatuur warmte), de elektriciteitssector (kracht en licht) en vervoer. In hoofdstuk 4 lichten we voor deze vier functies van energie toe hoe gestuurd kan worden op de noodzakelijke transitie. Per functie moet een samenhangend pakket aan maatregelen worden samengesteld in lijn met de doelstelling voor de reductie van broeikasgasemissies.

Bij deze aanpak is het van belang overige emissies (zoals zwavel, stikstof en fijnstof) en overige milieuaspecten (zoals verlies aan biodiversiteit en aantasting van het landschap) mee te wegen. De maatregelen moeten bovendien rekening houden met de betaalbaarheid, betrouwbaarheid en veiligheid van de energievoorziening en moeten genoeg richting geven om investeringszekerheid te borgen.

[14] Europese Commissie, 2014, Impact assessment on energy and climate policy up to 2030.

Broeikasgassen

In 1990 bedroeg de uitstoot van broeikasgassen in Nederland 221 Megaton CO_2-equivalenten. De grootste bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen is afkomstig van CO_2. Ook andere gassen zoals methaan, lachgas en enkele fluorhoudende gassen leveren een significante bijdrage aan de broeikasgasuitstoot[15]. Ongeveer driekwart van de huidige Nederlandse uitstoot van broeikasgassen is gerelateerd aan de energievoorziening. Het gaat hier voornamelijk om CO_2 die vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Een ander voorbeeld is de lekkage van methaan bij de winning, het transport en de verbranding van aardgas. Het resterende kwart van de huidige uitstoot van broeikasgassen is afkomstig van bronnen die niet samenhangen met de energievoorziening. Het gaat dan om emissies uit de landbouw (zoals CH4 emissies uit mest en N_2O emissies afkomstig uit de bodem na bemesting), uit industriële processen (zoals N_2O uit kunstmestproductie en fluorhoudende gassen door aluminiumproductie) en uit het verbranden van afval (dat producten bevat die uit fossiele grondstoffen zoals aardolie of aardgas zijn geproduceerd). Verduurzaming van deze niet-energie gerelateerde bronnen levert een essentiële bijdrage aan het broeikasgasarm maken van onze economie, maar is geen onderwerp van dit energierapport. Daar waar in dit rapport de term "CO_2" wordt gebruikt kan ook "broeikasgassen" of "CO_2-equivalenten" worden bedoeld.

2.2 Veilig, betrouwbaar en betaalbaar

Borgen van veiligheid

Veiligheid bij winning, opslag, transport, productie en gebruik van energie is een prominent onderwerp. De olieramp in de Golf van Mexico, de kernramp in Fukushima, milieuproblemen bij schaliegaswinning in de Verenigde Staten, de aardbevingen in Groningen, zorgen over hoogspanningsmasten in Nederland – het zijn voorbeelden die aantonen hoe belangrijk het is om veiligheid goed te borgen in het energiebeleid.

Veiligheid en onzekerheid over risico's zijn dan ook belangrijke thema's voor de energietransitie. Er is een open houding nodig tegenover vernieuwingen en technologie in het energiedomein waarvan de risico's deels nog onbekend zijn. Het is voor de overheid de opgave om een hoog niveau van veiligheid te borgen, verantwoordelijkheden goed te beleggen en tegelijkertijd ruimte te bieden voor nieuwe vormen van energie. Er is immers veel innovatie nodig bij winning, opslag, transport, productie en gebruik van energie. Sommige van die innovaties zijn nu al gereed voor toepassing, andere zijn niet helemaal uitgekristalliseerd en weer andere liggen nog in de toekomst. Het is belangrijk om meer zekerheid te krijgen over kansen en risico's die deze technologische innovaties met zich mee brengen voor gebruikers en omwonenden.

---

15 RIVM, Loket emissieregistratie, Nationale Broeikasgasemissies volgens IPCC, http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/international/broeikasgassen.aspx, geraadpleegd op 2 november 2015.

Borgen van betrouwbaarheid

Onder betrouwbaarheid verstaan we de zekerheid van de energievoorziening op de korte en lange termijn. Dit omvat verschillende aspecten:

- De voorzieningszekerheid betreft de beschikbaarheid van energiebronnen op lange termijn. Daarbij spelen de omvang van de mondiale energiereserves in relatie tot de productiecapaciteit, het verbruik en de geografische spreiding een rol.
- De leveringszekerheid is de mate waarin afnemers onder voorzienbare omstandigheden feitelijk kunnen rekenen op de levering van energie.
- De crisisbestendigheid heeft betrekking op het voorkomen van nationale en internationale energiecrises en – indien onverhoopt aan de orde – het beheersen van de gevolgen van crises.

De betrouwbaarheid van de Nederlandse energievoorziening is mede afhankelijk van de goede verbindingen met de landen om ons heen. We importeren energiedragers, zoals gas, olie, biomassa en kolen, van binnen en buiten de Europese Unie. Ons elektriciteitsnet is sterk verknoopt met dat van de landen om ons heen. De technologie voor de winning, opslag en transport van energie wordt door bedrijven wereldwijd continu ontwikkeld. Goed functionerende markten en de beschikbaarheid van meerdere aanvoerroutes zorgen ervoor dat Nederland niet afhankelijk wordt van een beperkt aantal leveranciers in landen en regio’s die politiek en economisch soms instabiel zijn. Energiebesparing en verduurzaming van de energievoorziening leiden ertoe dat de afhankelijkheid van fossiele energiedragers op termijn afneemt. Een aandachtspunt daarbij is de inpassing van vormen van hernieuwbare energie zoals zon en wind die niet op ieder moment beschikbaar zijn of juist op bepaalde momenten voor een te groot aanbod zorgen. In een geïntegreerde Europese energiemarkt is door de grotere schaalgrootte de inpassing van hernieuwbare energie eenvoudiger en efficiënter. Inzetten op verdere integratie van de energiemarkt in Europees en regionaal (Noordwest-Europees) verband is daarom een speerpunt in het beleid voor voorzieningszekerheid.

Borgen van betaalbaarheid

Onder betaalbaar verstaan we een energievoorziening die economisch efficiënt is. Het gaat om een energierekening die voor burgers en bedrijven zo laag mogelijk is. Ook gaat het over de concurrentiekracht van bedrijven: het internationale speelveld waarop bedrijven met elkaar concurreren moet zoveel mogelijk gelijk zijn voor alle partijen.

De betaalbaarheid van ons energiesysteem wordt daarmee sterk beïnvloed door de internationale context. Betaalbaarheid borgen we door inzet op concurrerende en internationale energiemarkten waar de afnemer kan kiezen en door efficiënte benutting van energie door industrie en consument. Op Europees en met name Noordwest-Europees niveau integreren van de energiemarkt zorgt ervoor dat door de schaalgrootte en concurrentie de betaalbaarheid verbetert. Ook verbetert de efficiëntie en daarmee de betaalbaarheid als door marktintegratie beter gebruik gemaakt wordt van de comparatieve voordelen van landen (zoals de zonne-energie opwekken in warme landen). Van belang is daarbij om oog te hebben voor verschillen tussen landen, regio’s en gebruikers.

Behoeftes van gebruikers lopen uiteen en inpassingen zijn vaak afhankelijk van lokale omstandigheden, zoals beschikbaarheid van ruimte.

2.3 Economische kans voor innoverend bedrijfsleven

De energietransitie is een economische kans

De energietransitie kost geld en vergt veel investeringen, maar biedt ook kansen voor behoud en ontwikkeling van het Nederlandse verdienvermogen. Nederland pakt deze kansen voor de structuurversterking van haar economie door te investeren in innovatie, door regionale en lokale dynamiek te benutten en door Nederlandse oplossingen scherp te positioneren op de internationale energiemarkt.

Voor de Nederlandse industrie, die altijd heeft kunnen profiteren van door Nederland lopende energiestromen en de nabijheid van havens voor aanvoer van fossiele brandstoffen, betekent de energietransitie een fundamentele verandering. Grootschalige energiebesparing en het vinden van alternatieve bronnen voor fossiele brandstoffen en grondstoffen worden cruciaal. Met de huidige stand van de technologie kunnen we kortetermijndoelen halen. Maar innovatie is nodig om die technologieën te ontwikkelen die ons in staat stellen om daadwerkelijk de doelen in 2050 te behalen. Daarom wil het kabinet voor de verduurzaming van de industrie inzetten op innovatie.

3

Uitgangspunten energietransitie

Onze ambities voor 2050 zijn stevig. De energietransitie die hiervoor nodig is, gaat maatschappelijke impact hebben. Daarom is het belangrijk duidelijke uitgangspunten te formuleren voor deze energietransitie. We hebben zeven uitgangspunten gedefinieerd die we in dit hoofdstuk verder toelichten.

1. **Actief handelen op verschillende geografische niveaus**
2. **Alle CO_2-arme energieopties openhouden**
3. **Werken aan flexibele markten en infrastructuur**
4. **Stevig inzetten op innovatie**
5. **Energietransitie integraal onderdeel maken van de ruimte**
6. **Een zorgvuldige risicobenadering kiezen zonder overregulering**
7. **Iedereen heeft een rol: duidelijke rollen benoemen en kiezen**

3.1 Actief handelen op verschillende geografische niveaus

Internationaal, Europees, regionaal, nationaal en lokaal

De energievoorziening is een internationale, Europese, regionale, nationale en lokale aangelegenheid. Realisatie van onze ambities vraagt dan ook actie op deze verschillende niveaus. Nederland moet daarbij steeds afwegen op welk niveau afspraken of actie het meest voor de hand liggen:

- Waar markten of externe effecten internationaal of Europees zijn, wordt ingezet op afspraken op internationaal of Europees niveau. Dit borgt dat afspraken effectief en efficiënt zijn en dat de regels voor iedereen gelijk zijn.

- Daarnaast geldt dat regionale en nationale besluitvorming ervoor zorgt dat voorkeuren en omstandigheden – zeker waar deze tussen regio's en landen verschillen – meegewogen kunnen worden.

- Ten slotte wordt lokale besluitvorming steeds belangrijker, zeker als het gaat om de inpassing van duurzame energieoplossingen in de schaarse ruimte in Nederland en om de lokale warmtevoorziening.

Internationale ontwikkelingen hebben invloed op ons energiesysteem

Nederlands energiesysteem sterk internationaal geïntegreerd

Het Nederlandse energiesysteem is sterk geïntegreerd in de Europese en wereldwijde energiemarkten. Een veilige, betrouwbare en betaalbare CO_2-arme energievoorziening kan dan ook alleen maar in internationaal verband tot stand komen. Dat zien we bijvoorbeeld aan het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) dat CO_2-reductie in de Nederlandse energiesector en industrie direct koppelt aan Europese ontwikkelingen. Nederland zal in de toekomst sterker afhankelijk worden van import van energie uit het buitenland, met name vanwege de teruglopende eigen gasproductie.

Economisch profijt, maar ook gevoelig voor internationale ontwikkelingen

Onze economie profiteert van haar sterk geïntegreerde positie. Nederland is een voorname energiespeler in Noordwest-Europa, met de belangrijke opslag- en overslag-functie van de Nederlandse havens (voor olie, kolen en in toenemende mate LNG en biomassa), een omvangrijk en innovatief petrochemisch complex in de Rijnmond en een nog steeds aanzienlijke gasproductie. Het betekent tegelijk ook dat wereldwijde ontwikkelingen hun weerslag hebben in ons land: op de prijzen die we moeten betalen, op de keuzes die we maken en de kosten die dat met zich meebrengt. De afgelopen jaren hebben deze ontwikkelingen een grote invloed gehad op het energiedomein.

Olie- en gasmarkten

Olie- en gasmarkten zijn ingrijpend veranderd. Tot enkele jaren geleden groeide de mondiale winning van fossiele brandstoffen alleen buiten de OESO. De afgelopen jaren is het beeld gekanteld. Daar waar het Midden-Oosten en Rusland dominant waren in de

winning van aardolie, is de VS door de winning van aardolie en aardgas uit schalielagen inmiddels de grootste producent van aardolie en aardgas geworden. Ook in andere landen binnen de OESO zoals Canada en Australië is de productie van olie en aardgas snel gegroeid. Die groei zet zich naar verwachting nog door[16]. Daar waar de winning van aardgas in de Europese Unie geleidelijk afneemt, neemt de winning in andere regio's snel toe. Dat geldt voor de VS, maar ook in landen buiten de OESO zoals China, Brazilië en landen in het Midden-Oosten. De winning van kolen neemt in de landen binnen de OESO af, behalve in Australië. In Azië neemt de winning van kolen nog sterk toe. De verwachting is dat de komende jaren de prijzen voor steenkool, aardolie en aardgas laag blijven. Voor de traditionele productielanden levert dat problemen op voor hun begroting. Dit leidt tot binnenlandse en regionale spanningen. Voor de consumentenlanden zijn de lage energieprijzen een welkome steun in de rug.

Geopolitieke spanningen

Geopolitieke spanningen zijn breder dan het energiedomein, maar hebben er grote invloed op. De vele conflicten in het Midden-Oosten en Noord-Afrika leiden tot instabiliteit in dit voor de olie- en gasmarkt belangrijke gebied. In Europa speelt het conflict tussen Rusland en Oekraïne. Het conflict draagt bij aan zorgen over de voorzieningszekerheid en leidt als antwoord daarop tot versterkte inzet op Europese integratie onder de paraplu van de Europese Energie-unie.

Investeringen in hernieuwbare energie nemen toe

De wereldwijde energie-intensiteit verbetert snel met meer dan 1,7% per jaar. Dit is een duidelijke indicatie van toenemende energie-efficiëntie door modernisering van de economie. De verbetering vindt vooral plaats door verbetering van energie-efficiëntie in de industrie en het transport in rijke landen, maar ook in de economieën van bijvoorbeeld Indonesië en Zuid-Afrika[17].

Bovendien zijn de afgelopen tien jaar de wereldwijde investeringen in hernieuwbare energie verzesvoudigd. Wereldwijd zijn de investeringen in hernieuwbare energie nu op hetzelfde niveau als de investeringen in fossiele elektriciteitsopwekking. Waar de groei aanvankelijk vooral plaatvond in Europa, is dit nu een wereldwijd fenomeen. Door innovatie en schaalvergroting worden de kosten voor energie uit wind en vooral zon al steeds lager. China is inmiddels de grootste investeerder in hernieuwbare energie. We verwachten dat de internationale opkomst van hernieuwbare energie de komende jaren versterkt doorzet[18].

Baat bij internationale afspraken

Gezien het belang van energie voor onze economie heeft Nederland baat bij goed werkende energiemarkten en bij internationale afspraken. Deze afspraken gaan over goed werkende en gekoppelde energiemarkten, over crisisbeleid in geval van markt-

16 IEA, 2015, World Energy Outlook.
17 SE4ALL, 2015, Global Tracking Framework report 2015.
18 UNEP & Bloomberg, 2015, Global trends in renewable energy investment 2015.

verstoringen, over arbitrage om conflicten te kunnen oplossen en uiteraard over broeikasgasemissiereductie omdat landen alleen gezamenlijk de klimaatverandering kunnen aanpakken. Tijdens de klimaatconferentie in Parijs is een mondiaal en juridisch bindend klimaatakkoord gesloten. Daarin zijn ambitieuze klimaatdoelen gesteld en afspraken gemaakt over de bijdragen van landen om hun CO_2-uitstoot te reduceren (zie paragraaf 2.1).

Besluitvorming buurlanden
Dichter bij huis leidt politieke besluitvorming in de landen om ons heen tot veranderingen met grote effecten op ons energiesysteem. De ramp in Fukushima was in Duitsland bijvoorbeeld aanleiding tot de uitvoering van de plannen voor uitfasering van kernenergie en een versterkte inzet op hernieuwbare energie. Het sterk gestegen aanbod van goedkope windenergie uit Duitsland heeft op zijn beurt weer grote invloed op de Nederlandse energiemarkt.

Internationale samenwerking in de praktijk

Voor onze energievoorziening zal nog lange tijd behoefte zijn aan fossiele brandstoffen. Daarom blijven goede energierelaties met bestaande en nieuwe energieleveranciers van belang. Het gaat dan om landen in Afrika, het Midden-Oosten, Centraal Azië en om Rusland en de Verenigde Staten. In de relatie met landen die sterk afhankelijk zijn van de inkomsten uit olie en gas is het van belang ook in te zetten op diversificatie en verduurzaming van hun economie. De ontwikkeling van relaties met leveranciers van installaties en technieken voor hernieuwbare energie en energiebesparing wordt steeds belangrijker. Het kabinet wil in missies samen optrekken met bedrijven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties. Het gaat niet alleen om handel in energie gerelateerde producten voor industrie en consumenten. Inzet op *energy governance* is ook belangrijk: het gezamenlijk verder koppelen van markten, afstemmen van regulering, voorkomen van marktverstoringen, investeringsbescherming realiseren, vrij energietransport bewaken, maatregelen voor klimaat en hernieuwbare energie afstemmen en het voorkomen dat energie als geopolitiek wapen wordt ingezet. Nederland kan hier niet alleen kennis brengen, maar kan ook leren van andere landen. Mede daarom kiest Nederland voor een actieve participatie in met name de internationale netwerken van het IEA (kennissamenwerking en oliecrisisbeleid), het International Renewable Energy Agency (IRENA, hernieuwbare energie) en het Energy Charter (*energy governance* en investeringsbescherming).

In Europees verband wordt gezamenlijk de energietransitie ingezet

De transitie naar een CO_2-arme economie met 80-95% broeikasgasemissiereductie in 2050 is een samenbindende koers binnen de Europese Unie. Voor Nederland zijn Europese afspraken daarbij leidend, zowel voor sectoren die onder het emissiehandelssysteem vallen als voor sectoren die er niet onder vallen.

Onder de vlag van de Energie-unie zet Europa stevig in op CO_2-reductie. De belangrijkste voorbeelden daarvan zijn het emissiehandelssysteem, het bronbeleid voor vervoer en de richtlijn voor energie-efficiëntie van apparaten (Ecodesign). Maar de Energie-unie is breder en richt zich ook op het verbeteren van de energievoorzieningszekerheid, voltooien van de interne energiemarkt en onderzoek en innovatie in de energiesector. Nederland juicht deze ontwikkeling toe. Een goed werkende en concurrerende interne energiemarkt is de basis van de Energie-unie, ook voor de energievoorzieningszekerheid. Voor Nederland blijft het van belang om in Europees verband te blijven werken aan samenhangende en consistente markten[19]. De Energie-unie moet eraan bijdragen dat de huidige, zorgwekkende ontwikkeling van een toenemend versnipperd energiebeleid in lidstaten wordt gekeerd. Tijdens het Nederlands EU-voorzitterschap in de eerste helft van 2016 wil Nederland, naast het begeleiden van de lopende Europese agenda, met name het accent leggen op het uitvoeren van de verdieping van de energiemarkt, als belangrijke pijler van een Energie-unie. Daarbij wil Nederland bijzondere aandacht geven aan een bottom-up benadering op basis van regionale samenwerking.

Sneller concrete resultaten mogelijk met regionale aanpak

Waar in EU verband de verschillen groot kunnen zijn, is regionaal meer mogelijk en kunnen sneller concrete resultaten worden geboekt. Nederland heeft goede ervaringen met het pentalateraal energieforum met België, Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk, Luxemburg en Zwitserland. Sinds 2005 heeft dit forum een grote rol gespeeld in het versterken van de integratie van zowel de elektriciteitsmarkt als de gasmarkt en in de gezamenlijke aanpak van leveringszekerheid. Bij deze samenwerking zijn niet alleen ministeries betrokken, er is ook een belangrijke rol weggelegd voor netbeheerders (TSO's), toezichthouders, marktpartijen en de Europese Commissie. Ook in andere delen van Europa bestaan succesvolle regionale samenwerkingsverbanden, zoals in de Scandinavische en Baltische regio.

Buurlanden

Tenslotte verdient de relatie met de directe buurlanden bijzondere aandacht. Ontwikkelingen in de buurlanden, met name op het gebied van leveringszekerheid, hebben directe impact op de Nederlandse energievoorziening. Nederland heeft in 2014 met Duitsland een overeenkomst getekend om op het gebied van energie de samenwerking te intensiveren en streeft ernaar op korte termijn ook met België een Memorandum of Understanding te ondertekenen. Afspraken met buurlanden in bilateraal en bij voorkeur in regionaal verband helpen om inefficiënt, marktverstorend en versnipperd nationaal beleid te voorkomen, zorgen voor grensoverschrijdende coördinatie en dienen als opstap naar voltooiing van een interne Europese energiemarkt.

[19] IEA, 2014, Energy policies of IEA country: The Netherlands.

Nationale en lokale aanpak blijft nodig

Europese afspraken – nationale invulling

Zoals hierboven beschreven bepalen internationale en Europese ontwikkelingen voor een groot deel het speelveld voor Nederland. Nederland is wel zelf verantwoordelijk voor de implementatie van internationale afspraken en Europese regelgeving. Afspraken worden op Europees niveau vaak op hoofdlijnen gemaakt, in de vorm van richtlijnen. Op veel terreinen is dan ook ruimte voor nationale invulling, zodat rekening gehouden kan worden met verschillen in nationale omstandigheden en voorkeuren. De implementatie van diverse richtlijnen kent dus vaak beleidsvrijheid. Ook is Nederland zelf verantwoordelijk voor de invulling van emissiereductie in sectoren buiten het emissiehandelssysteem. Goed voorbeeld hiervan is de verduurzaming van de verwarming van huizen, gebouwen en tuinbouwkassen.

Effect op de openbare ruimte

Internationale en Europese ontwikkelingen bepalen de grote trends. Maar de verdere verduurzaming zorgt voor een fundamentele verandering van de energievoorziening, met ruimtelijke implicaties die iedere burger raken. Was de energievoorziening voorheen vooral gecentraliseerd – verduurzaming betekent meer kleinschalige energieproductie die zichtbaarder is in de openbare ruimte. Bij de uitvoering van het beleid op lokaal niveau is betrokkenheid van burgers en andere stakeholders daarom essentieel.

Regionale en lokale dynamiek benutten

Nederland zet in op een goed ondernemers- en innovatieklimaat en op benutting van de regionale en lokale dynamiek om zo de kansen te pakken die de energietransitie biedt. Hierbij wordt de rol van de binnenlandse regio's steeds belangrijker, zeker waar het gaat om demonstratieprojecten en innovatieve regionale clusters. Ook de binnenlandse inpassing van diverse installaties voor productie, transport en opslag van energie is een puzzel die primair binnen Nederland gelegd moet worden. Daarbij is een integrale afweging van maatschappelijke kosten en baten, inclusief de veiligheid, zeer van belang.

3.2 Alle CO_2-arme energieopties openhouden

Omslag nodig naar CO_2-arme energiebronnen

Om een duurzame, veilige, betaalbare en betrouwbare energievoorziening te realiseren is een omslag nodig: van een systeem gebaseerd op een klein aantal fossiele brandstoffen naar een systeem waarin vele, vaak decentrale CO_2-arme energiebronnen een grote rol spelen. Met de huidige kennis zijn vrijwel alle nu bekende CO_2-arme energiedragers en energiebesparing nodig. Het belang van fossiele brandstoffen neemt geleidelijk af.

Energiebesparing is onmisbaar

Om een CO_2-arm energiesysteem te realiseren is energiebesparing noodzakelijk over het brede spectrum van de energievoorziening. In een groot aantal scenario's die tot een

CO_2-arm energiesysteem komen in 2050, is het (finale) energieverbruik in 2050 zo'n 10 tot 40% lager dan nu[20]. Zonder een dergelijke energiebesparing zal het lastig en kostbaar zijn om de energiebehoefte met CO_2-arme opties in te vullen. Het besparen van energie beperkt de noodzaak om energie te produceren, die investeringen vergt, ruimte in beslag neemt en effecten op de omgeving heeft. Een afweging tussen de mate waarin energie bespaard moet worden en de mate waarin CO_2-arme energiedragers ingezet moeten worden is afhankelijk van lokale en bedrijfsspecifieke omstandigheden. In een CO_2-arm energiesysteem voorkomt elke energie-eenheid besparing een even grote inzet van energiedragers.

Opties om energie te besparen zijn met name het isoleren van gebouwen, zongericht bouwen, het verbeteren van de energie-efficiëntie van apparaten en voertuigen, het vermijden van vervoersbewegingen, efficiëntere productieprocessen, het clusteren en integreren van industriële installaties en het vergaand verminderen en hergebruiken van (energie-intensieve) materialen. Er is nog veel potentieel aanwezig om tegen lage of gemiddelde kosten energie te besparen[21]. Technologieën voor vergaande besparingen, met name in de industrie en bij transport, zijn vaak nog afwezig of in experimentele fase. Het treffen van energiebesparende maatregelen hangt vaak samen met de afschrijvings-termijnen en momenten waarop renovaties plaats vinden. De maatschappelijke kosten van vergaande of versnelde energiebesparing kunnen daarom hoog zijn.

Diversiteit aan CO_2-arme energieopties aanwezig

Nederland heeft verscheidene opties beschikbaar voor het toekomstige energiesysteem:
- Vanwege zijn windrijke ligging heeft Nederland goede mogelijkheden voor windenergie, met name op zee.
- We zijn een waterrijk land met een sterke *offshore* industrie. Dat biedt mogelijkheden om energie uit water-technologieën – waterkracht, getijden, osmose/blue energy – verder te ontwikkelen.
- Vanwege de vele daken van woningen en andere gebouwen zijn er fysieke mogelijkheden voor het plaatsen van zonnepanelen voor zonne-energie.
- Warmte kan worden opgewekt uit de (diepe) ondergrond, met biomassa, zonnewarmte en door gebruik te maken van restwarmte, wat op zich al een vorm van besparing is.
- Nederland heeft vanwege zijn havens, infrastructuur en industrieën een goede positie om biomassa te verhandelen en te bewerken.
- Er zijn kansen om de afvang en opslag van CO_2 (CCS) grootschalig toe te passen vanwege de (straks) lege gasvelden, infrastructuur en kennis.
- Nederland heeft bovendien eigen aardgasreserves, veel kennis over gastechnologie (inclusief LNG en groen gas), en mede door de infrastructuur een uitstekende positie in de Noordwest-Europese gasmarkt om gasvormige energiedragers in te kunnen zetten.

[20] PBL en ECN, 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend.

[21] PBL en ECN, 2015, Quickscan mogelijke aanvullende maatregelen emissiereductie 2020 ten behoeve van Urgenda klimaatzaak.

- Nieuwe nucleaire technologieën worden niet uitgesloten, maar momenteel is er geen behoefte aan een nieuwe kerncentrale.

Al deze opties kennen voor- en nadelen ten aanzien van duurzaamheid, veiligheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid. Deze aspecten dienen meegewogen te worden bij het sturen op het toekomstige energiesysteem.

Potentieel van opties onzeker – daarom alle opties openhouden

De onzekerheden over de energievraag aan de ene kant en het potentieel en kosten van CO_2-arme opties aan de andere kant zijn groot. Van veel opties is nog een ontwikkeling nodig, wil het potentieel daadwerkelijk – tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten – kunnen worden benut. Dat betekent dat we op voorhand geen opties kunnen uitsluiten, omdat (vrijwel) alle nu bekende CO_2-vrije technologieën nodig zijn. Om het toekomstige potentieel aan energiebronnen ten volle te kunnen benutten is het daarnaast zinvol om de energiefuncties verder te integreren en om in een adequate infrastructuur te voorzien, inclusief de mogelijkheden voor opslag.

Belang van fossiele brandstoffen neemt af

Hoewel fossiele brandstoffen ook in het toekomstige energiesysteem een rol blijven spelen, neemt het belang geleidelijk af[22].

Kolen

In de transitie passen geen nieuwe kolencentrales. Belangrijk is dat de elektriciteitsmarkt zich nadrukkelijker richt op het gebruik van de minst vervuilende technologieën. Een effectieve prijsprikkel vanuit het ETS zorgt ervoor dat exploitanten van kolencentrales op termijn om economische redenen gedwongen worden tot het nemen van maatregelen om de uitstoot van hun centrales te beperken, bijvoorbeeld door meestook van biomassa, door CO_2-afvang en -opslag (CCS), door een combinatie van beiden of door hun centrales te sluiten.

Aardgas

Aardgas zal als minst vervuilende fossiele brandstof een belangrijke rol vervullen in de transitie, maar ook het gebruik van deze fossiele energiebron zal op termijn sterk worden gereduceerd. Het gebruik van aardgas in de warmtevoorziening van gebouwen en kassen zal de komende decennia geleidelijk aan steeds verder worden verminderd. Aardgas wordt in 2050 nog – beperkt – ingezet voor transport en hoge temperatuur benutting. Aardgas kan in combinatie met CCS worden ingezet om in te spelen op de flexibiliteitsbehoefte in de elektriciteitsmarkt. In het transport zal gas in de vorm van (bio-)LNG een groeiende rol gaan spelen in de scheepvaart en het zware wegvervoer. Er zijn dus vele redenen om aardgas als schoonste fossiele brandstof in te zetten. Zolang we zelf nog aardgas nodig hebben, draagt veilige gaswinning in Nederland bij aan onze onafhankelijkheid.

[22] Rli, 2015, Rijk zonder CO_2; PBL en CPB, 2015, Welvaart en Leefomgeving – lange termijn ontwikkelingen rond klimaat en energie; PBL en ECN, 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend.

Mijnbouw en aardolie

Mijnbouw blijft derhalve van belang - overigens niet alleen voor fossiele brandstoffen maar ook voor de benutting van aardwarmte. Dit vereist onderzoek naar de Nederlandse diepe ondergrond en de schalielagen, evenals onderzoek naar mitigerende maatregelen die de risico's verder kunnen verkleinen. Aardolie zal waarschijnlijk een rol blijven spelen bij zwaar transport en lucht- en zeevaart, maar wordt minder belangrijk voor wegvoertuigen.

Zet schaarse opties in waar alternatieven beperkt zijn

Biomassa en CCS zijn voor meerdere energiefuncties aantrekkelijk, maar kennen grote onzekerheden qua kosten en potentieel[23]. Om de kosten van de toekomstige energievoorziening te beperken is het verstandig deze CO_2-arme opties vooral in te zetten als (goedkope) alternatieven ontbreken[24].

Biomassa

Duurzame biomassa kan goed worden ingezet als grondstof of (proces)warmte in de industrie en bij zwaar transport en de lucht- en zeevaart, omdat voor deze toepassingen tot dusver weinig alternatieven zijn. Bij biomassa speelt dat deze in sommige gevallen concurreert met het gebruik ervan als voedsel en veevoer, waardoor het onzeker is hoeveel biomassa beschikbaar is voor energietoepassingen. Daarom is het voor biomassa van belang om eisen te stellen aan de duurzaamheid. De afgelopen jaren is er al veel kennis ontwikkeld over het certificeren van duurzame biomassa. Ook zijn er duurzaamheidscriteria gekomen voor biobrandstoffen. Zo kunnen we waarborgen dat de inzet van biomassa feitelijk bijdraagt aan CO_2-emissiereductie, er geen ongewenste verandering van landgebruik optreedt en ecosystemen in stand worden gehouden. Daarnaast moeten we rekening houden met de toenemende behoefte aan biomassa als grondstof ter vervanging van met name olie en aardgas. Ook op dat vlak zal tot 2050 een transitie plaatsvinden[25].

Afvang en opslag van CO_2 (CCS)

Vergelijkbaar met biomassa is het ook verstandig om CCS alleen toe te passen als andere opties niet of nauwelijks voorhanden zijn. CCS leent zich om toegepast te worden bij vaste emissiebronnen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan proceswarmte in de industrie, omdat daar nog maar weinig CO_2-arme alternatieven zijn. Bij CCS speelt dat de afgevangen CO_2 ondergronds moet worden opgeslagen. Hiervoor komen lege gasvelden in aanmerking die ook voor andere doeleinden kunnen worden ingezet, bijvoorbeeld als buffer van energie voor pieken in energievraag.

[23] PBL en ECN, 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend; ECN en SEO, 2012, Kosten en baten van CO_2-emissiereductiemaatregelen.

[24] PBL, 2014, Biomassa: wensen en grenzen.

[25] Kamerstuk 33 043, nr. 33.

3.3 Werken aan flexibele markten en infrastructuur

Transitie stelt nieuwe uitdagingen

De transitie naar een CO_2-arme energievoorziening zal zowel de verschillende energiemarkten als het beheer van de energie-infrastructuur voor nieuwe uitdagingen stellen. In de markten gaat het erom dat de prijzen van energie de maatschappelijke kosten voldoende weerspiegelen. In het netbeheer gaat het erom de betrouwbaarheid van het net te waarborgen en tegelijkertijd de kosten van aanleg en beheer beperkt te houden wanneer productie en vraag naar energie steeds vaker grote pieken en dalen gaan vertonen. Flexibilisering van vraag en aanbod kan daaraan bijdragen.

Een energiemarkt in transitie vraagt om consistente en samenhangende regelgeving

Kader voor energiemarkten

De energietransitie vraagt om een consistent, flexibel en samenhangend kader voor energiemarkten.

Doel is een toekomstbestendig en flexibel energiesysteem waarin ruimte is voor innovaties en de komst van nieuwe partijen en waar optimaal gebruik gemaakt wordt van energiedragers. Meer dan voorheen wordt het daarbij belangrijk om het energiesysteem integraal te benaderen. Een integrale benadering biedt meer flexibiliteit en leidt economisch en maatschappelijk gezien tot meer optimale uitkomsten dan optimalisatie van fragmenten van het systeem.

De overheid heeft de volgende uitgangspunten voor het ontwikkelen van dit kader:

1. het is helder en consistent en zorgt ervoor dat de marktprikkels effectief en efficiënt het beoogde doel ondersteunen, namelijk de transitie naar een CO_2-arme energievoorziening. Dit moet ook het perspectief op de toepassing van CO_2-arme opties, zoals CCS, verbeteren;
2. regels worden zoveel mogelijk als doel geformuleerd, zodat er ruimte blijft voor een flexibele invulling en innovaties en nieuwe marktontwikkelingen goed inpasbaar zijn;
3. het is samenhangend en systeemgericht in plaats van deelmarkt-gericht, omdat een integrale benadering noodzakelijk is voor de transitie.

Helder en consistent

Het is belangrijk voor de transitie dat kaders en prikkels in de markten consistent zijn. Ze moeten de transitie ondersteunen of ten minste niet belemmeren. Dit is nu op onderdelen nog niet het geval. Zo zien we dat een lokale afweging tussen verschillende warmte-opties wordt gehinderd door een nog niet optimaal functionerende Warmtewet. Ook zijn er nu nog verschillende regels en (fiscale) prikkels voor onderdelen van het energiesysteem, zoals de energiebelasting op elektriciteit en gas.

Waar nodig zal de Rijksoverheid vooraf heldere kaders stellen. Hiermee borgen we publieke belangen. Duidelijkheid over de kaders is ook in het belang van investeerders:

zij weten dan waar zij aan toe zijn en worden niet gehinderd door reguleringsonzekerheid. De doelstelling voor broeikasgasemissiereductie, afgeleid van harde Europese afspraken, is een van deze kaders. Verder blijven de toegankelijkheid van energie en netwerken gewaarborgd.

Doelregulering
In de transitie naar een CO_2-arme energievoorziening zal, meer dan nu, gebruik moeten worden gemaakt van doelregulering: de wetgever geeft alleen aan welke belangen er met een bepaalde maatregel gemoeid zijn, zonder precies te omschrijven hoe deze geborgd moeten worden. Door gebruik van doelregulering kunnen ontwikkelaars van nieuwe concepten en toepassingen die aansluiten bij de doelen toegang krijgen tot energie-markten en worden zij niet bij voorbaat geremd door bestaande wetten, regels en instituties. Dit vergt uiteraard ook een belangenafweging aangezien die bestaande regelgeving partijen duidelijkheid geeft en gericht kan zijn op het beschermen van een bepaalde partij, zoals de consument.

Ruimte voor innovatie
In de markten moet ruimte zijn voor innovatieve producten en nieuwe diensten, zoals laadpalen voor elektrisch vervoer, slimme meters om energiebesparing te bevorderen en *energy service companies* (ESCO's) die de energieverzorging voor groepen gebruikers ter hand nemen. Nieuwe producten en diensten zullen soms verandering in wetten en regels vergen. De onlangs geïntroduceerde experimenteerruimte biedt de ruimte om te ontdekken hoe dat het beste kan en wat daar de kosten en baten van zijn. Dit biedt een goed ecosysteem voor innovatie ten behoeve van de reductie van CO_2-uitstoot:
- consumenten en andere marktpartijen kunnen ruimte krijgen om, eerst als experiment en bij succes daarna structureel, nieuwe initiatieven te ontvouwen waarin bestaande regelgeving niet voorziet;
- netbeheerders kunnen op efficiënte en toekomstbestendige wijze hun netten beheren.

Emissiehandelssysteem is een hoeksteen

Europese Emissiehandelssysteem (ETS)
Het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) is een hoeksteen van het Europese klimaatbeleid. Hoofddoel van het ETS is de reductie van CO_2. Door een absoluut plafond te stellen aan de uitstoot (cap) waarbinnen ETS-bedrijven emissierechten mogen verhandelen (*trade*), krijgt CO_2-uitstoot een prijs en wordt aan ETS-bedrijven de mogelijkheid geboden om op de meest kosteneffectieve manier de uitstoot te reduceren. Daarmee is het ook in Nederland voor de industrie en de elektriciteitsproducenten de hoeksteen van effectief beleid in de richting van een CO_2-arme economie. Nederland zet in Europa daarom in op een versterking en vereenvou-diging van ETS (zie kader). Ondersteunend aan deze beleidslijn kunnen er afspraken met buurlanden zijn, bijvoorbeeld over harmonisering van marktregels en gezamenlijke inspan-ningen om deelmarkten te verduurzamen. Het is belangrijk om daarbij aandacht te hebben voor hoe ons huidig beleid past binnen een strategie waarbij primair op CO_2 wordt gestuurd middels het ETS[26].

[26] Aansluitend bij de aanbevelingen uit OESO en IEA, 2015, Aligning policies for a low-carbon economy.

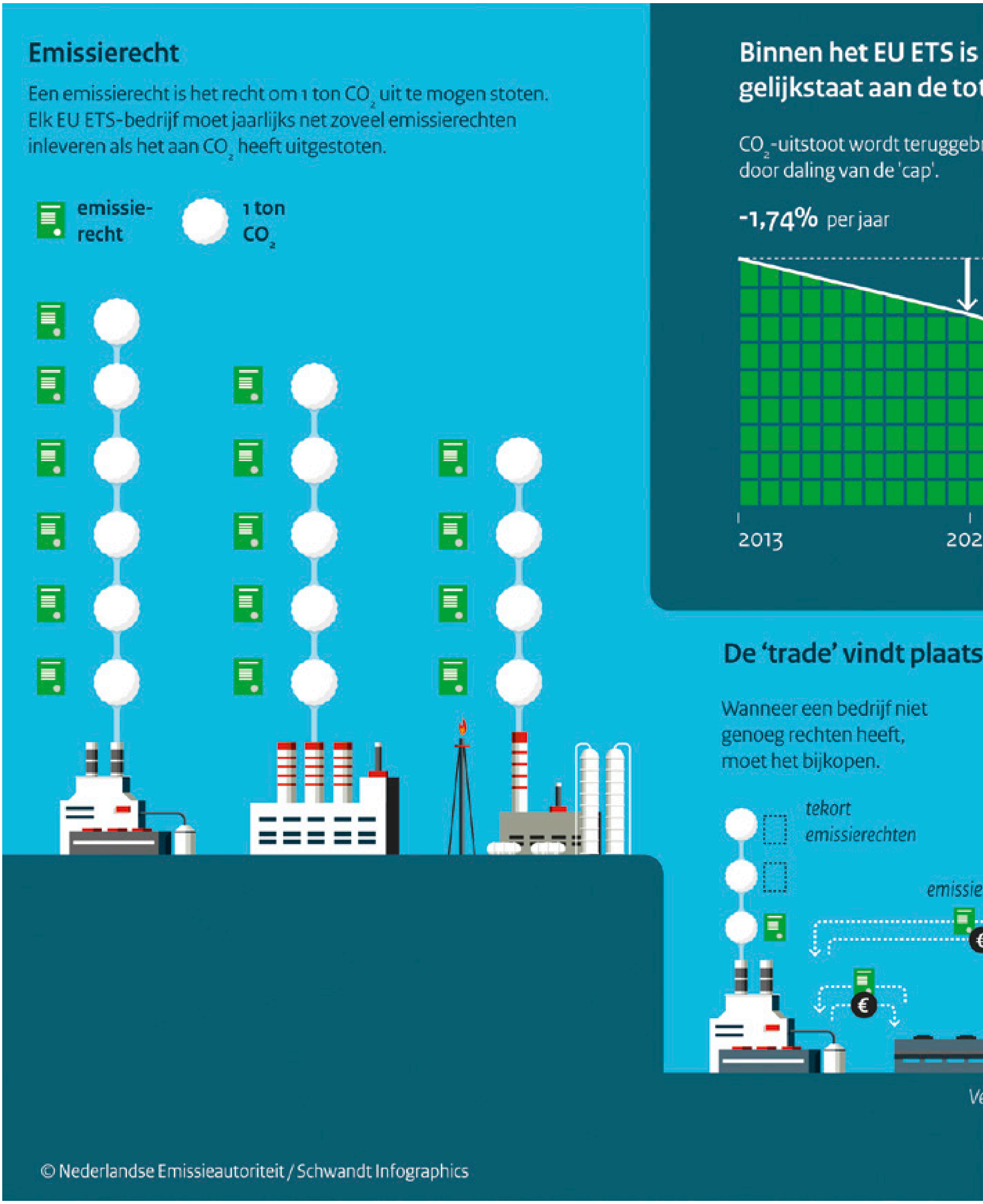
Versterking ETS: de Nederlandse inzet

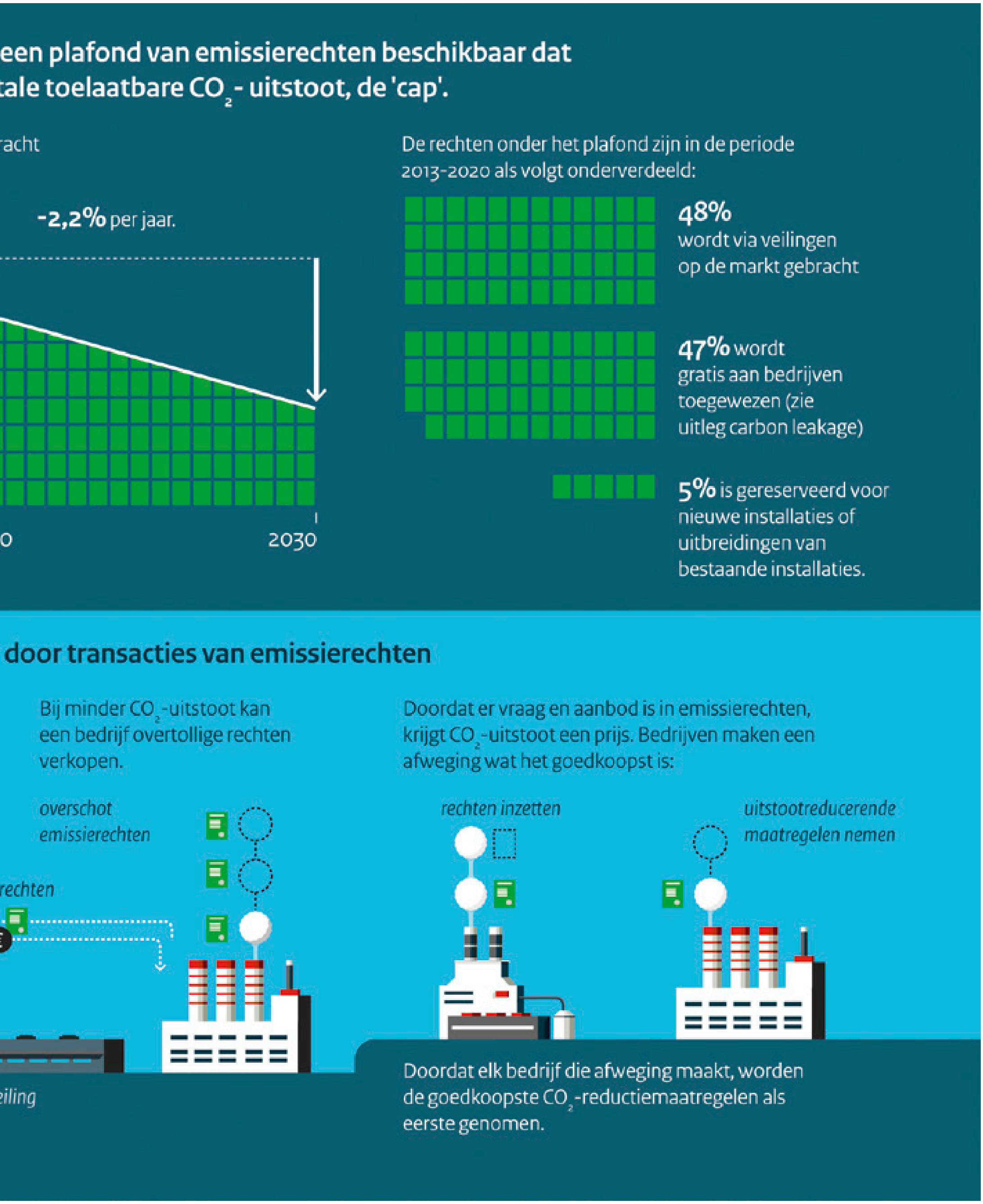
Versterking van het ETS is nodig om de werking te verbeteren en om aan te sluiten bij de afgesproken doelen van het Klimaat- en energiepakket 2030. In Brussel wordt hier volop aan gewerkt. De eerste stap hiertoe was door in 2014 de veiling van 900 miljoen emissierechten uit te stellen (*backloading*). Zo komt er in de markt met een overaanbod aan emissierechten een gezondere verhouding van vraag en aanbod tot stand. Daarnaast treedt in 2019 de marktstabiliteitsreserve in werking. Dat is een buffer om onevenwichtigheden tussen de vraag naar en het aanbod van emissierechten te voorkomen doordat er automatisch rechten uit de veiling worden genomen als er te veel ongebruikte rechten bestaan in de markt. Omgekeerd zullen er in het geval van krapte rechten uit deze buffer aan de veiling worden toegevoegd.

Een marktstabiliteitsreserve alleen is niet genoeg om het ETS te versterken. Daarom heeft de Commissie een voorstel gedaan om het ETS in de periode na 2020 te verbeteren. Besluitvorming over de verbeteringen wordt verwacht voor 2017.

Nederland vindt dat er in deze versterking een balans moet worden gevonden tussen aanscherping van het emissieplafond, de borging van de internationale concurrentiepositie van de industrie die gevoelig is voor koolstoflekkage en vereenvoudiging van het systeem. Nederland waardeert de voorgestelde aanscherping van het emissieplafond van 1,7% naar 2,2% per jaar. Dit past goed bij het doel om in 2030 de broeikasgasuitstoot met ten minste 40% terug te dringen binnen de EU. In het ETS krijgt de industrie die gevoelig is voor koolstoflekkage gratis rechten toegewezen. Dit zorgt ervoor dat de Europese industrie internationaal kan blijven concurreren. Met het huidige voorstel wordt deze gratis toewijzing van rechten voortgezet en verbeterd. Zo stelt de Commissie voor om de benchmarks, op basis waarvan gratis rechten worden toegekend aan de industrie die gevoelig is voor koolstoflekkage, aan te scherpen en vaker te actualiseren. Nederland ondersteunt dit. Tegelijkertijd ziet Nederland mogelijkheden tot verbetering van het voorstel. Zo wil Nederland in de toewijzing van gratis rechten graag meer focus op die sectoren die ook daadwerkelijk last hebben van koolstoflekkage. Op deze manier kan een generieke korting voor de industrie op de gratis toewijzing van rechten worden voorkomen. Daarnaast pleit Nederland voor een sterkere relatie tussen verandering in productieniveau en de toewijzing van rechten. Het ETS houdt dan beter rekening met mogelijke groei van bedrijven. Ook zal Nederland zich hard maken voor vereenvoudiging van monitoring-, rapportage- en verificatieverplichtingen. Dit zorgt voor minder administratieve lasten voor zowel de uitvoering als voor het bedrijfsleven.

__Figuur 3.1__ Hoe werkt het ETS? Emissiehandel is de handel in emissierechten, die het recht geven om een bepaalde hoeveelheid CO_2 uit te stoten. Het EU ETS werkt volgens het 'cap and trade' principe.




een plafond van emissierechten beschikbaar dat
tale toelaatbare CO_2 - uitstoot, de 'cap'.
racht
-2,2% per jaar.
0
2030
De rechten onder het plafond zijn in de periode 2013-2020 als volgt onderverdeeld:
48% wordt via veilingen op de markt gebracht
47% wordt gratis aan bedrijven toegewezen (zie uitleg carbon leakage)
5% is gereserveerd voor nieuwe installaties of uitbreidingen van bestaande installaties.
door transacties van emissierechten
Bij minder CO_2-uitstoot kan een bedrijf overtollige rechten verkopen.
overschot emissierechten
rechten
eiling
Doordat er vraag en aanbod is in emissierechten, krijgt CO_2-uitstoot een prijs. Bedrijven maken een afweging wat het goedkoopst is:
rechten inzetten
uitstootreducerende maatregelen nemen
Doordat elk bedrijf die afweging maakt, worden de goedkoopste CO_2-reductiemaatregelen als eerste genomen.

Inzet op flexibiliteit en goedwerkende markten

Netbeheerders moeten samenwerking zoeken

Een belangrijk uitgangspunt in de marktinrichting is het onafhankelijke beheer van de transport- en distributienetten voor gas en elektriciteit. Onafhankelijk netbeheer zorgt voor leveringszekerheid en voor het verbinden van vraag en aanbod. De daarvoor aangewezen netbeheerders hebben duidelijk omschreven taken, bevoegdheden en verplichtingen.

Netbeheerders hebben de wettelijke plicht om nieuwe netverbindingen aan te leggen als daar om gevraagd wordt vanuit de markt. De capaciteit van die netten hangt af van de pieken in vraag en aanbod die worden verwacht. Zeker in de elektriciteitsvoorziening zullen die pieken in frequentie en hoogte toenemen. Oorzaken daarvan zijn het toenemend aandeel zonne- en windenergie in de productie en nieuwe ontwikkelingen aan de vraagzijde zoals verwarming met elektrische warmtepompen of het opladen van elektrische auto's. Volgens de geldende wettelijke bepalingen zijn netbeheerders verplicht op die toenemende pieken te anticiperen en dus de netten te verzwaren. Netverzwaring zou er toe kunnen leiden dat de betaalbaarheid van de energievoorziening onder druk komt te staan. Om die reden is het belangrijk dat producenten, leveranciers, gebruikers en netbeheerders gezamenlijk aan het werk gaan om de voorziene pieken in het gebruik van de netten te verminderen. Daarvoor is flexibiliteit van groot belang.

Concurrentie is mogelijk

Het marktsysteem voor gebruikers van energie is op orde. De Wet onafhankelijk netbeheer verzekert de onafhankelijkheid van het netbeheer, zodat eerlijke concurrentie op leverings- en groothandelsmarkten mogelijk is en de betrouwbaarheid van de systemen wordt vergroot. De betaalbaarheid heeft baat bij de concurrentie tussen verschillende aanbieders op de energiemarkt.
Daarnaast regelt het systeem van 'programma-verantwoordelijkheid' dat leveranciers en afnemers zelf vraag en aanbod op de energiemarkt in evenwicht houden, omdat zij een economische prikkel ervaren om afgesproken levering en afname ook daadwerkelijk te verwezenlijken. Dit systeem, gecombineerd met een goed werkend marktgebaseerde onbalansmarkt[27], garandeert de netbalans. Dit systeem blijft dan ook de basis voor het Nederlandse marktontwerp en dient in Europa als een voorbeeld. Hiernaast kent het Nederlandse marktsysteem geen gereguleerde prijsplafonds en de technische prijslimieten voor de onbalansmarkt zijn dermate hoog dat marktpartijen maximaal geprikkeld worden om in balans te zijn. Zowel de onderzoekers van Frontier als het IEA constateren dat Nederland hiermee een goed werkend marktsysteem kent[28].

27 Onbalansmarkt: de markt waarin marktpartijen het momentane verschil tussen vraag en aanbod van elektriciteit herstellen wanneer verschillen in aangekondigde en daadwerkelijke productie of verbruik leiden tot een onbalans. De onbalansmarkt bedraagt ongeveer 1% van de totale elektriciteitshandel in Nederland.

28 Frontier Economics, 2015, Scenarios for the Dutch electricity supply system; IEA, 2014 Energy policies of IEA countries: The Netherlands.

De bovengeschetste marktordening laat ook op het vlak van betrouwbaarheid goede resultaten zien. De betrouwbaarheid van onze energienetten is uitstekend (het landelijke elektriciteitsnet 99,994% en het landelijke gasnet meer dan 99,9995%).

Inzet op koppeling met buurlanden

Het kabinet zet zich in voor een versterkte koppeling van de Nederlandse elektriciteitsmarkt met elektriciteitsmarkten in het buitenland. Koppeling van nationale elektriciteitsmarkten draagt bij aan de totstandkoming van een Europese interne markt voor energie. Het leidt tot efficiëntere prijsvorming op de elektriciteitsmarkt en geeft marktpartijen de mogelijkheid om grensoverschrijdend in elektriciteit te handelen. Een groot deel van de huidige Nederlandse inspanningen op dit gebied is gericht op het versterken van de verbondenheid van de Nederlandse en Duitse elektriciteitsmarkten.

Minder prijsverschil door marktkoppeling

Op basis van onderzoek door bureau Berenschot is de verwachting dat het verschil in elektriciteitsprijzen tussen Nederland en Duitsland zal dalen van ca. € 14 per megawattuur in 2013 tot ca. € 2 per megawattuur in 2023. Dit komt door ontwikkelingen in het Nederlandse productiepark, waarbij er minder aardgas wordt gebruikt dat ten opzichte van kolen relatief duur is. Daarnaast is het prijsverschil verkleind door een verbeterde koppeling van de Nederlandse elektriciteitsmarkt met het buitenland. Verbeterde koppeling vindt allereerst plaats door de recente invoer van het flow-based-marktkoppelingsysteem. Dit systeem maakt betere benutting van bestaande interconnectiecapaciteit tussen Nederland en haar buurlanden mogelijk. Hierdoor ontstaan extra handelsmogelijkheden en wordt het prijsverschil tussen Nederland en Duitsland meteen kleiner. Het 'flow-based'- marktkoppelingsysteem is op 21 mei 2015 in werking getreden. Verwacht wordt dat het prijsverschil tussen Nederland en Duitsland hierdoor met circa € 4 per megawattuur wordt verkleind[29].

In aanvulling op de invoering van het *flow-based*-marktkoppelingsysteem (zie kader) investeert TenneT de komende jaren in nieuwe interconnectoren met Duitsland, België en Denemarken, en een uitbreiding van een bestaande interconnector met Duitsland. Het verwachte effect van deze investeringen is onder andere dat de Duitse en Nederlandse prijzen verder naar elkaar toe bewegen.

29 Berenschot, 2015, Bevordering integratie Nederlandse elektriciteitsmarkt.

Tabel 3.1 *Aan te leggen interconnectoren*[30]

Grens	Interconnector	Capaciteit (megawatt)	Realisatie
Duitsland	Doetinchem-Wesel (nieuw)	1500	2017
Duitsland	Meeden-Diele (uitbreiding)	500	2018
Denemarken	COBRA	700	2019
België	Kreekrak-Zandvliet	700	2016-19[31]

Verstandige keuzes bij investeringen in infrastructuur

Investeren in flexibele infrastructuur

De manier waarop we de regulering en financiering van energie-infrastructuur hebben vormgegeven zal, in het licht van de transitie, nog worden bezien. De beschikbaarheid van infrastructuur is sterk bepalend voor de keuzevrijheid die energie-aanbieders en -gebruikers hebben. De komende jaren is het de kunst infrastructuur aan te leggen die flexibel kan inspelen op onverwachte veranderingen in de markt. Zeker rond onderhouds-momenten van bijvoorbeeld gasnetten speelt lokaal de vraag hoe om te gaan met vervanging, onderhoud en uitbreiding en de opkomst van flexibiliteitsdiensten. Daarbij zullen de netbeheerders een meer actieve en op hun gebruikers gerichte werkplanning moeten ontwikkelen. Simpelweg vervangen van de bestaande infrastructuur is niet meer aan de orde. Meer dan nu moeten we hierbij voor ogen houden dat het bieden van flexibiliteit substantiële baten heeft.

Efficiënt versus flexibel

In de afweging hoort tevens de efficiëntie thuis. De huidige regulering gaat uit van maximale benutting van de netten. Dat heeft de afgelopen jaren grote voordelen gebracht: het netbeheer is inderdaad stukken efficiënter geworden, wat tot aanmerkelijke kostenbesparingen voor energiegebruikers heeft geleid. Voor de transitie kan het echter verstandig zijn om bij regulier onderhoud of bij netuitbreiding het net wat zwaarder aan te leggen dan gebruikelijk om later extra belasting als gevolg van 'elektrificatie' van verwarming van huizen, gebouwen en tuinbouwkassen of vervoer mogelijk te maken. Ook kan het nuttig zijn om meerdere netten parallel te onderhouden zodat we extra flexibiliteit creëren en *lock-in* verminderen. Natuurlijk doen we dit alleen als het plausibel is dat de extra kosten mogelijk opwegen tegen de extra baten die de flexibiliteit ons geeft. In de komende tijd zullen we het gesprek aangaan over hoe we flexibiliteit en dynamiek in het netbeheer gaan waarderen. Het gaat om het ontwikkelen van een kader dat transparantie garandeert, opties vergelijkbaar maakt – waardoor de afweging tussen verzwaren, afkoppelen en/of flexibiliteitsdiensten beter gemaakt kan worden – en dat aangeeft door wie op welke wijze over deze afweging moet worden besloten.

30 Kamerstuk 29023, nr. 196.

31 In 2016 komt volgens planning 700 MW aan capaciteit voor de markt beschikbaar voor elektriciteitsstromen van Nederland naar België, in 2019 komt dezelfde capaciteit beschikbaar voor stromen van België naar Nederland.

3.4 Stevig inzetten op innovatie

Innovatie is noodzakelijk en economisch aantrekkelijk

Innovaties op veel terreinen zijn noodzakelijk
Innovatie is van essentieel belang om de transitie te realiseren naar een CO_2-arme energievoorziening die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is. Op veel terreinen gaat het om kleinere vernieuwingen of doorontwikkeling van technologieën of methodes. Op een aantal terreinen zijn radicalere innovaties nodig of zelfs totale veranderingen van systemen. Het kabinet wil ervoor zorgen dat de benodigde systeembenadering in Nederland kan plaatsvinden om de transitie effectief, efficiënt en acceptabel te laten verlopen. De energietransitie houdt echter niet op bij de landsgrenzen. In grote delen van de wereld wordt toegewerkt naar een CO_2-arme energievoorziening. Het kabinet wil de economische kansen die dit biedt voor Nederland grijpen door innovatieve oplossingen te ontwikkelen en te demonstreren. Dit wil het kabinet doen door onze competitieve sterktes maximaal te benutten. Op deze manier dragen wij bij aan de mondiale energietransitie, aan de economische ontwikkeling van Nederland en aan de verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening.

Nieuwe technologieën en maatschappelijke inpassing
De energietransitie is een systeemverandering. Het gaat naast de ontwikkeling van nieuwe en doorontwikkeling van reeds bestaande technologieën met nieuwe financieringsconstructies ook om de implementatie en inpassing ervan in de maatschappij. Met een stevige inzet op innovatie kunnen we de energietransitie realiseren op een zo kosteneffectief mogelijke manier. Ten aanzien van de technologie geldt dat veel CO_2-arme opties nu nog niet rendabel zijn zonder interventies in de markt. Dat geldt bijvoorbeeld voor wind-op-zee, geothermie, nucleair, zonnepanelen, innovatieve besparingsopties, diverse biomassa-omzettingstechnologieën, de afvang en opslag van CO_2, energie uit water en opslagtechnologieën. Verdere ontwikkeling zorgt ervoor dat de prijs-prestatieverhouding van producten en diensten steeds verbetert[32]. Daarnaast is innovatie van belang om nieuwe oplossingen te vinden voor energiefuncties waar nu nog weinig opties zijn voor vergaande CO_2-reducties. Dit geldt met name voor mobiliteit en transport en de proceswarmte voorziening in de industrie[33]. De inzet op technologische innovaties geldt voor de hele keten, van fundamenteel onderzoek, naar ontwikkeling en demonstratie tot eerste uitrol, zodat kansrijke nieuwe toepassingen ook echt de markt bereiken. Daarbij is het van belang dat er goede aansluiting is tussen de innovatiefases. Nieuwe vindingen moeten voorts aansluiten bij de manier waarop we in Nederland energie willen produceren, transporteren, opslaan en consumeren. Innovaties kunnen daarbij maatschappelijke veranderingen ondersteunen of aanjagen.
De maatschappelijke inpassing van de nieuwe technologische opties vraagt veelal om nieuwe verhoudingen en rollen in de samenleving, nieuwe verdienmodellen en om institutionele veranderingen. De inpassing van de (toename aan) decentrale hernieuw-

[32] ECN en PBL, 2015, Nationale Energieverkenning 2015.
[33] Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.

bare elektriciteitsproductie, het vergaand flexibiliseren van het elektriciteitssysteem en het grootschalig invoeren van elektrisch vervoer vragen bijvoorbeeld om veranderingen in infrastructuur, informatievoorziening en gedrag. Dit zal leiden tot nieuwe bedrijvigheid en tot veranderingen bij de reeds gevestigde partijen. Om dit soort systeemveranderingen mogelijk te maken, is creativiteit nodig in de breedste zin van het woord.

Bijdrage aan concurrentiepositie Nederland
Daarnaast bieden innovaties kansen voor Nederland. Bedrijven, financiers en onderzoeksinstellingen kunnen met nieuwe technologieën en slimme oplossingen inspelen op wereldwijde trends en behoeften. Zo zijn Nederlandse bedrijven wereldleider in het ontwerpen, ontwikkelen en maken van hightech installaties, machines en micro-/nanocomponenten voor hernieuwbare energie[34]. Ook draagt een innovatief bedrijfsleven en een hoogstaande kennis infrastructuur bij aan de concurrentiepositie van Nederland.

Kaders voor de transitie

Veel innovaties komen in een open innovatiesysteem tot stand door samenwerking en concurrentie tussen grote en kleine publieke en private partijen. Hiervoor is met name een uitstekend ondernemings- en kennisklimaat nodig dat vernieuwende ondernemers en onderzoekers in staat stelt het beste uit zichzelf te halen[35]. Als overheid moeten we zorgen dat er heldere, stabiele en stimulerende kaders zijn voor de transitie richting 2050. Dat is de beste motor achter innovatie. Het uitgangspunt van die kaders, met voldoende ruimte in de regelgeving, wordt gevormd door de ambitie om een CO_2-arm energiesysteem te realiseren, dat tevens betrouwbaar, betaalbaar, en veilig is.

Organiserend vermogen belangrijke factor

De praktijk leert dat innovatie versneld wordt naarmate partijen elkaar beter kunnen vinden en elkaar inspireren, bijvoorbeeld door samen te werken in netwerken en clusters. Hierdoor kan kruisbestuiving makkelijker plaatsvinden en kunnen partijen beter aansluiten bij elkaars wensen. Innovatie vindt vaak plaats op het snijvlak van sectoren. Daarom blijft het belangrijk om aandacht te hebben voor organiserend vermogen om innovatienetwerken goed te laten functioneren. Dit vergt een investering in menskracht. Regionale clusters zijn daar een belangrijk onderdeel van. In meerdere regio's zien we verschillende toonaangevende innovatieve ontwikkelingen, gedragen door gespecialiseerde kennisinstellingen en bedrijvigheid en regionale financieringsmogelijkheden. Goede voorbeelden zijn Solliance in de regio Eindhoven, de gasgerelateerde kennis in Noord-Nederland en de kennisclusters rond biomassa in Oost-Nederland.

Iedereen is aan zet

Diversiteit aan spelers
Er is een diversiteit aan spelers nodig om de innovatie-kansen te benutten. Investeerders, financiers en verschaffers van risicokapitaal zorgen ervoor dat nieuwe technologieën ook

34 Topsector HTSM, zie http://topsectoren.nl/high-tech.
35 Kamerstuk 32637, nr.201.

daadwerkelijk naar de markt gebracht worden. Kennisinstituten en universiteiten zorgen door fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek voor een solide kennisbasis, opleidingsinstanties zorgen voor de scholing van werknemers. ICT-bedrijven zoals Google blijken met ICT-oplossingen bij te kunnen dragen aan de transitie. Maar ook het mkb en spin-offs van universiteiten zijn van groot belang omdat zij zeer waardevol zijn voor de ontwikkeling van doorbraken.

(Financiële) inspanningen
De Rli adviseert de financiële middelen voor innovatie te verruimen, zowel bij de overheid als door het bedrijfsleven. Het kabinet wil tijdens de Energiedialoog goed zicht krijgen op de benodigde (financiële) inspanningen van overheid, kennisinstellingen en bedrijven. Daarvoor vragen we ook een advies aan de Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie (AWTI). Het kabinet vindt dat voor een goede ontwikkeling van de verdienkansen van Nederland een adequate inzet nodig is in alle fases van onderzoek, ontwikkeling, demonstratie, eerste uitrol en vervolgens de stap tot grootschalige uitrol. Daarbij is het van belang zowel de korte als de lange termijn in het oog te houden. Adequate inzet op fundamenteel onderzoek en ontwikkeling is essentieel voor de latere stappen in de energietransitie. Demonstratieprojecten en het wegwerken van barrières voor marktintroducties zorgen voor daadwerkelijke toepassingen en leveren op kortere termijn al een bijdrage aan de energietransitie. Demonstratie en eerste uitrol zijn wezenlijk om te leren hoe innovaties in het systeem ingepast kunnen worden en zijn ook nodig voor de gewenste interactie in het innovatieproces.

Intensiveer internationale samenwerking
Vanwege het mondiale karakter en de grote omvang van de innovatie-opgave is het belangrijk om niet alleen spelers in Nederland intensiever te betrekken, maar ook om internationale programma's daarbij nog beter te benutten[36]. Nederland staat voor de grote uitdaging om Nederlandse oplossingen te positioneren in een sterk geglobaliseerde energiemarkt. Daarbij zal de overheid prioriteit moeten geven aan clusters waarop Nederland een sterk competitief voordeel heeft.

Het bouwen op bilaterale, multilaterale en internationale partnerschappen versnelt op terreinen de ontwikkeling van innovaties, waarbij risico's gespreid en kosten gedeeld kunnen worden[37]. Daarnaast verbetert internationale samenwerking de mogelijkheden om voort te bouwen op buitenlandse vindingen en verbetert kennis van buitenlandse markten de kansen voor handel en buitenlandse investeringen. De Europese Unie heeft ter versterking van haar Strategisch Energietechnologie Plan (SET) voor het hele energiesysteem de uitdagingen op het gebied van onderzoek en innovatie geïnventariseerd en op basis daarvan duidelijke prioriteiten gesteld (zie kader). Voor private partijen en kennisinstellingen is het van belang om deel te nemen aan internationale consortia, zowel binnen als buiten Europa. Dit gebeurt nu al in diverse EU-programma's zoals

36 Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.
37 IEA, 2015, Energy technology perspectives 2015.

Horizon2020 en programma's van het Internationaal Energy Agentschap. Een succesvol innovatiebeleid blijft schakelen tussen het benutten van de nationale competitieve sterktes, de internationale ontwikkelingen op innovatiegebied, regionale kansen en de samenwerking op alle niveaus.

Tien prioriteiten in het Europees Strategisch Energietechnologie Plan

1. behoud van leiderschap bij duurzame energietechnologieën
2. kostendaling bij een aantal sleuteltechnologieën
3. nieuwe technologieën en diensten voor slimme woningen
4. voorzieningszekerheid in een slim energiesysteem
5. energiebesparing in de gebouwde omgeving
6. industriële energiebesparing
7. vooraanstaande positie in de batterijtechnologie voor duurzame mobiliteit
8. uitrol en acceptatie van alternatieve brandstoffen voor duurzame mobiliteit
9. CO_2-afvang, -gebruik en -opslag
10. rendement en veiligheid van nucleaire centrales

Innovatie kansen voor Nederland benutten

Voor de energietransitie binnen Nederland willen we zowel gebruik maken van technieken die in Nederland ontwikkeld worden als profiteren van buitenlandse technologische ontwikkelingen. Het kabinet wil versterkt inzetten op innovatie op die terreinen waar Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven een belangrijke toegevoegde waarde kunnen leveren. Voor de Nederlandse energietransitie is het dus van belang om goed in beeld te hebben waar partijen in diverse landen mee bezig zijn en daarbij de verbinding te leggen met die innovaties die in het verlengde liggen van waar Nederlandse bedrijven goed in (kunnen) zijn. Een groot deel van de nieuwe technologieën en oplossingen zal namelijk van buiten Nederland komen. Nederlandse bedrijven zijn onderdeel van mondiale waardenketens. Daarom moeten we ons steeds de vraag stellen waar in de keten de toegevoegde waarde van Nederlandse partijen zit of kan zitten. Zo zit bij wind op zee de toegevoegde waarde uit Nederland bij de fundatie en bouwtechniek. Bij zonnepanelen heeft Nederland geen belangrijke positie in de bouw, maar leveren Nederlandse bedrijven wel de technologie en de machines voor de productie van onderdelen. Op andere terreinen zijn Nederlandse bedrijven goed in de organisatie van gerelateerde diensten, zoals het betaalsysteem waardoor consumenten met een pas bij diverse aanbieders van laadpalen kunnen afrekenen. Het is belangrijk dat het benutten van innovatiekansen wordt bestendigd in het innovatiebeleid, zoals in de Topsector Energie.

Om goed aan te sluiten bij de toepassingspraktijk in Nederland met al zijn specifieke kenmerken, wensen en belemmeringen, moet er blijven worden geïnvesteerd in de eerste toepassing van nieuwe technologieën en oplossingen. Proeftuinen zijn hiervoor heel nuttig. Het kabinet wil de komende tijd ruimte geven aan proeftuinen waarin geëxperimenteerd kan worden, met de ambitie om van daaruit verder in te zetten op daadwerkelijke (grootschalige) implementatie.

Topsector Energie versterkt laten aansluiten op langetermijnambitie

De basis van het huidige innovatiebeleid ligt in de combinatie van generieke stimulering door belastingvoordelen en garanties en de specifieke innovatieprogramma's binnen de Topsector Energie (zie kader). Een belangrijke meerwaarde van de Topsector Energie is dat de programmering vraaggestuurd is en daarbij inzet op de competitieve sterktes van Nederland. Op basis van de visie van dit kabinet op de energievoorziening in 2050 is het van belang dat de Topsector Energie zich nog meer richt op de langetermijndoelstelling.

Topsector Energie

In de Topsector Energie worden nieuwe initiatieven gestimuleerd die bijdragen aan versnelling van de transitie naar duurzame energie en aan bedrijvigheid in Nederland. Er wordt hiervoor gericht op een beperkt aantal concrete innovatieopgaven die aansluiten bij de competitieve voordelen van Nederland en de sterktes van de Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven. De Topsector Energie heeft op basis van bestaande sterktes zeven deelthema's geïdentificeerd waar Nederlandse partijen tot de top van de wereldmarkt – kunnen gaan – behoren. Deze thema's zijn energiebesparing in de gebouwde omgeving, slimme netten, zonne-energie, energiebesparing in de industrie, gas, wind op zee en bio-energie. De eerste drie worden gebundeld opgepakt onder de noemer 'urban energy'. In zogenaamde *Topconsortia voor Kennis en Innovatie* wordt door de belangrijkste stakeholders samengewerkt aan de innovatieopgaven binnen deze thema's, door te komen tot een gedeelde kennis- en innovatieagenda en samen te werken in daadwerkelijke innovatieprojecten van wetenschappelijk onderzoek tot demonstratie. Daarnaast is in het kader van de Topsector Energie een exportagenda en een *human capital* agenda ontwikkeld.

Ook de Rli constateert dat er nog kansen liggen door meer aandacht te besteden aan innovaties die voor de langere termijn van belang zijn en daarbij oog te hebben voor alle fases die van belang zijn voor innovatie: van fundamenteel onderzoek tot uitrol. Er dient ruimte te zijn om kritisch te kijken of de huidige programmering voldoende op het uitgangspunt aansluit en of bijsturing gewenst is. Ook zal de Topsector Energie de samenwerking zoeken met de overige Topsectoren, zoals Agro, Logistiek en Chemie. Deze samenwerking zal zich onder andere richten op de verduurzaming van de grondstoffenstroom en de ontwikkeling van nieuwe technieken.

Cross-sectorale samenwerking

De Topsector Chemie werkt samen met publieke en private partners en met steun van de Topsector Energie aan de oprichting van het Advanced Research Center Chemical Building Blocks Consortium (ARC CBBC). ARC CBBC brengt de sterktes die Nederland te bieden heeft op het vlak van katalyse, synthese, macromoleculaire chemie, procestechnologie en massa- en warmtetransport bij elkaar. De samenwerking tussen academische toponderzoekers en het bedrijfsleven zorgt voor doorbraken in de productie van duurzame materialen en energiedragers (zoals rubbers, plastics, coatings, CO_2- en *biobased building blocks*, brandstoffen en kunstmest).

3.5 Energietransitie integraal onderdeel maken van de ruimte

Inpassen in schaarse ruimte

Nederland is een drukbevolkte delta. We gebruiken onze schaarse ruimte voor veel verschillende functies. Opwekking, transport en opslag van energie maken deel uit van onze omgeving, zowel bovengronds als ondergronds. Een trendbreuk in het transport en de opwekking van energie staat of valt met een inpassing in de fysieke leefomgeving en acceptatie in stad, streek en regio. Samenwerking en dialoog zijn daarbij hard nodig om de lastige dilemma’s die bestaan en zullen ontstaan te slechten. Tegelijkertijd biedt inpassing van hernieuwbare energie ook kansen: voor werkgelegenheid, voor de economie en voor de leefomgeving. De uitdaging is om door een open aanpak en door gepast ruimtelijk beleid deze kansen zo goed mogelijk te benutten. Dit vereist een integrale gebiedsgerichte aanpak, zonder daarbij de beleidsdoelen van de energietransitie uit het oog te verliezen.

Komende decennia steeds meer ruimte nodig

Zichtbare invloed

Een CO_2-arme energievoorziening heeft meer ruimte nodig dan de huidige energievoorziening. Nieuwe, schone vormen van opwekking, opslag en transport van energie moeten worden ingepast, in de buurt van waar we ook wonen, werken en recreëren. Door gebruik van een combinatie van energiezuinige technieken en CO_2-arme opwekking zal daarbij het uiterlijk van woonwijken, industrieterreinen en landelijke gebieden veranderen. We verwachten de komende decennia een substantiële toename van het aantal productielocaties en van de benodigde infrastructuur voor transport en opslag. Dit geldt zowel voor grootschalige productie, transport en opslag van energie als voor kleinere, lokale initiatieven. Het gaat daarbij zowel om de daadwerkelijke ruimte die nodig is om installaties en infrastructuur neer te zetten als om de impact op het uitzicht en landschap en productie van geluid, stank en schaduw[38].

[38] Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.

Grove inschattingen van impact
De precieze ruimtelijke impact van de energietransitie richting 2050 is maar ten dele bekend. Volgens grove inschattingen en op basis van bestaande technieken kan het wat productiecapaciteit betreft gaan om twee- tot achtduizend windmolens op land, om twee- tot twintigduizend windmolens op zee, om meer dan honderdduizend zonne-boilers en zonnepanelen, om meer dan honderdduizend locaties voor warmtekoude-opslag, om een tiental tot honderd locaties voor aardwarmte en om meer dan duizend installaties die voor bio-energie nodig zijn[39]. Daarnaast is er ruimte nodig voor transport-infrastructuur, zoals vele kilometers hoog- en middenspanningsverbindingen, warmte-netten en locaties voor opslag van energie.

Lokale projecten nemen toe
Slechts een deel van de opwekking en opslag van energie kan plaatsvinden op de plaats waar de energie gebruikt wordt. Denk bijvoorbeeld aan gebruik van warmtepompen bij woningen en zonnepanelen op daken. Een substantieel deel van de energievoorziening zal daarnaast uit de regio of van verder weg komen. We zien zowel het aantal als de omvang van lokale energieprojecten toenemen. Dit zijn waardevolle projecten. Lokale projecten, zowel klein als groot, leveren niet alleen een bijdrage aan verdere verduur-zaming van de energievoorziening. Ze sluiten ook goed aan bij voorkeuren van lokale gemeenschappen, dragen bij aan de lokale sociale en economische ontwikkeling en geven inzicht in vraag en aanbod van energie. Participatie van omwonenden draagt eraan bij dat naast de lasten ook de baten lokaal neerslaan.

We weten echter dat niet elke stad of regio in Nederland kan voldoen aan zijn eigen energiebehoefte. Er zijn plekken – denk aan oude binnensteden of grote industriële complexen – waar de mogelijkheden beperkt zijn of de vraag heel groot is. Dit betekent dat sommige regio's energieproducent worden en dat andere regio's meer energie gebruiken dan produceren. Daarbij zullen we altijd een mix van centrale en decentrale opwekking nodig hebben. Dit geldt zeker voor de opwekking van elektriciteit.

Factoren die de ruimtelijke impact bepalen
Hoe de ruimtelijke impact precies uitpakt is afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste zijn:

- De mate van energiebesparing bepaalt hoeveel energieopwekking nodig is en bepaalt de ruimte die lokale en regionale overheden krijgen om daar een eigen invulling aan te geven.
- De mate van innovatie in zowel opwekking, opslag, transport als besparing. Door innovaties kunnen functies worden gecombineerd en kan het ruimtegebruik worden beperkt. Bijvoorbeeld door energiebesparende functies in het ontwerp van een gebouw te integreren, door energieopwekking en -transport compacter te maken of door meervoudig ruimtegebruik beter in de leefomgeving te integreren.

[39] PBL, 2013, Ruimte en energie in Nederland: een korte verkenning.

- De kostprijsontwikkeling van de diverse vormen van duurzame energieopwekking, en daarmee de uiteindelijke energiemix.
- De mogelijkheden tot import, zowel vanuit landen binnen de Europese Unie als verder weg. Hoe meer we importeren, hoe minder we in Nederland hoeven te produceren.
- De afweging van ruimtelijke consequenties van hernieuwbare energie ten opzichte van andere gebruiksfuncties en publieke belangen zoals de bescherming van biodiversiteit, veiligheid, defensie, waterveiligheid en -kwaliteit.
- Een goede afweging van het totaal aan ambities, opgaven en belangen van overheden, maatschappelijke organisaties, burgers en bedrijven in diverse gebieden in Nederland. Hierbij hoort ook de vraag hoe de energietransitie zich verhoudt tot de groeiwensen en -mogelijkheden van sectoren zoals de luchtvaart en van energie-intensieve bedrijven.

Ruimte slim benutten
De energietransitie schept daarbij mogelijkheden voor slimme koppeling van functies, vergroting van de leefbaarheid en het geven van economische en ruimtelijke impulsen. Nederland heeft oppervlakten zoals daken van huizen en parkeerterreinen die veel actiever benut kunnen worden. De ruimte voor hernieuwbare energie kan niet alleen enkel, met één functie, maar ook meervoudig worden gebruikt, waarbij meerdere functies op dezelfde locatie een plek vinden. Energiedijken benutten grond die nu al in gebruik is zonder de originele functie te verliezen, windturbines en zonneparken kunnen worden gecombineerd, en de ruimte voor windturbines op zee kan ook gebruikt worden voor het genereren van energie uit golfstroom of getijden. Zo wordt de ruimte die benodigd is voor hernieuwbare energie verkleind en kan in Nederland meer energie worden geproduceerd op minder oppervlakte.

Kijken naar de baten
Slimme koppeling van functies kan de levensvatbaarheid van bedrijven en voorzieningen vergroten. Bedrijven, ook uit de agrarische sector, kunnen hernieuwbare energie opwekken en daarmee hun bedrijfsresultaat verbeteren. Besparing van energie leidt via een lagere vraag naar bijvoorbeeld warmte tot minder ruimtegebruik. De werkgelegenheid die met de ontwikkeling en onderhoud van installaties voor productie, transport en opslag van energie gepaard gaat kan de leefbaarheid van regio's vergroten, zeker in (krimp)gebieden waar voorzieningen onder druk staan. Verder is denkbaar dat zaken als landschapsherstel en natuurontwikkeling gekoppeld kunnen worden aan de ontwikkeling van hernieuwbare energie.

Goede participatie en besluitvorming zijn essentieel

Vroegtijdig overleg
De energietransitie kan alleen slagen indien vroegtijdig overleg wordt gezocht met burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties. Zoveel mogelijk moeten samen de kansen en nadelen worden verkend. De besluitvorming over het ruimtebeslag en de inpassing behoort transparant en zorgvuldig te verlopen. Daarbij hoort dat omgevings-

effecten en risico's systematisch in beeld worden gebracht en dat daarover een gesprek wordt gevoerd met eenieder die dit raakt. Doel is een billijke afweging tussen de voordelen van het realiseren van de installatie voor opwekking, transport of opslag voor (een bepaalde partij of regio in) Nederland en de last of risico's die dit voor omwonenden met zich meebrengt. Het moet duidelijk worden waarom de overlast of risico's nodig en proportioneel zijn en wie de lusten en wie de lasten draagt[40]. Ook is belangrijk dat voor iedereen inzichtelijk wordt welke afspraken internationaal en nationaal zijn gemaakt en welke afspraken regionaal en lokaal moeten worden gerealiseerd.

Onderdeel ruimtelijke plannen

Omdat ruimte schaars is, spelen de ruimtelijke plannen (structuurvisies, bestemmingsplannen, omgevingsvisies en omgevingsplannen) een belangrijke rol. Dit zijn de documenten waarin grondgebruik wordt vastgelegd, waarin ontwikkel- en beschermingszones worden aangewezen, en waarin activiteiten en functies worden toegewezen en uitgesloten. Ruimtelijke plannen moeten duidelijkheid bieden aan burgers en initiatiefnemers over de ruimtelijke mogelijkheden en kansen voor productie, transport, opslag en besparing van energie, en zo nodig de basis bieden om daar ruimtelijk op te sturen. Faciliteiten voor opwekking, transport en opslag moeten tijdig hun plek krijgen in visies en plannen. Niet alleen op Rijksniveau, maar juist ook op provinciaal en gemeentelijk niveau. Rijk, provincies en gemeenten hebben daarbij een gezamenlijke verantwoordelijkheid in de ruimtelijke facilitering van de energietransitie.

Stappenplan naar goede inpassingsstrategie

Om een goede inpassingsstrategie te bepalen gelden de volgende vier stappen[41]:

stap 1: Startpunt is om in beeld te brengen wat de energiebehoefte op lokale, nationale en internationale schaal in diverse jaren zal zijn, welke (ruimtelijke) mogelijkheden diverse regio's hebben en hoe deze mogelijkheden in samenhang kunnen worden beschouwd. Dit is een gezamenlijk proces tussen overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties.

stap 2: Vervolgens maken dezelfde partijen afspraken over de betekenis van de bevindingen voor regionale opgaven. Bij deze stap horen ook afspraken over de besluitvorming en verantwoordelijkheden en een afsprakenkader over financiering van de energietransitie en de daarbij behorende mitigerende en compenserende maatregelen (als die aan de orde zijn)[42].

stap 3: Daarna leggen betrokken overheden de afspraken vast in omgevingsvisies en omgevingsplannen.

40 Kamerstuk 33 529, nr. 123.

41 Uitgangspunten zijn o.a. structuurschema energievoorziening, structuurvisie ondergrond en structuurvisie wind op land.

42 Hierbij is het zogenaamde profijtbeginsel leidend. Dat wil zeggen dat de aanvrager de eventuele schade vergoedt die het bevoegd gezag uitkeert als gevolg van een besluit of project.

stap 4: Ten slotte nemen betrokken overheden concrete besluiten, zoals omgevingsvergunningen en projectbesluiten. Dit is veelal ook aan regionale overheden en in sommige gevallen, zoals op zee, aan de Rijksoverheid.

Dit stappenplan kent drie belangrijke elementen:

1. Vroegtijdig betrekken van belanghebbenden in elke fase van de besluitvorming: zowel bij de regionale inbedding, omgevingsvisies, omgevingsplannen als concrete besluiten.
2. Besluitvorming zo dicht mogelijk bij de burger organiseren.
3. Zorgen voor een duidelijke rolverdeling.

Omdat nog veel zaken rond de energietransitie onduidelijk zijn zullen de stappen periodiek herhaald moeten worden. Belangrijk daarbij is dat het eindbeeld en de bijbehorende ambitie niet uit het oog worden verloren. Adaptief programmeren is een mogelijk handvat.

Inventariseren behoefte, mogelijkheden en kansen
Startpunt is de inventarisatie van behoefte, mogelijkheden en kansen. Het is daarbij belangrijk dat gebiedseigen kenmerken van regio's worden benut. Ook moet de koppeling worden gezocht met lokale doelen en ambities, met nationale opgaven en internationale belangen. De mogelijkheden van meervoudig ruimtegebruik en innovatie dienen expliciet aan de orde te komen. Uit deze inventarisatie volgen keuzes op zowel nationaal als regionaal niveau. De keuzes moeten passen in een zekere en betaalbare energievoorziening. Deze inventarisatie willen we graag samen met decentrale overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties maken.

Rolverdeling bij concrete projecten
Voor concrete projecten ligt de volgende rolverdeling voor de hand:

- De verantwoordelijkheid voor het ruimtelijke ordeningsproces, en daarmee de afweging van diverse ruimtelijke en maatschappelijke belangen, ligt zoveel mogelijk bij de provincie indien het project binnen één provincie ligt en bij een gemeente indien het binnen één gemeente ligt, ook als het Rijk bevoegd gezag is. Dit kan consequenties hebben voor de toepassing van instrumenten[43]. Tijdens de energiedialoog verkennen we deze consequenties verder. De evaluatie van de Rijkscoördinatieregeling wordt hierbij betrokken.
- Voor het gebruik van de Noordzee is de Rijksoverheid bevoegd gezag. Maar bij het gebruik van de zee als bron van hernieuwbare energie hebben ook regionale en lokale besturen een rol bij de aansluiting van energie op het net enerzijds en de mogelijkheden om de energietransitie in te zetten voor regionale gebiedsontwikkeling en werkgelegenheid anderzijds.

43 In de huidige situatie zijn dit inpassingsplannen van rijk of provincie en in de toekomst projectbesluiten. Daarnaast kan dit onder andere leiden tot eventuele herziening van de Rijkscoördinatieregeling, afhankelijk van de uitkomst van de aanstaande evaluatie van dit instrument.

- De verantwoordelijkheid voor consultatie op projectniveau ligt primair bij de initiatiefnemer. Deze neemt immers de investeringsbeslissing, steekt de boor in de grond of legt de energievoorziening aan. De initiatiefnemer werkt daarbij samen met het bevoegd gezag.

3.6 Zorgvuldige risicobenadering kiezen zonder overregulering

Risicobeheersing met ruimte voor innovatie

Goed omgaan met veiligheid en risico's is een randvoorwaarde voor het realiseren van de energietransitie. Van alle betrokkenen is een open houding nodig tegenover vernieuwingen en technologie in het energiedomein waarvan de risico's deels nog onbekend zijn. Het is voor de overheid de opgave om voorschriften voor een hoog niveau van veiligheid te combineren met ruimte voor innovatie, verantwoordelijkheden goed te beleggen en na incidenten niet onmiddellijk alles dicht te reguleren. Risico's moeten zorgvuldig worden beheerst, maar er moet ruimte zijn en blijven voor vernieuwing.

Veiligheid belangrijk onderwerp

Veiligheid is bij winning, opslag, transport, productie en gebruik van energie een belangrijk onderwerp. Zie bijvoorbeeld de rol van veiligheid in de maatschappelijke acceptatie van kernenergie, hoogspanningsleidingen en de opslag van CO_2 onder de grond. Het is ook duidelijk geworden bij de gaswinning in Groningen. Aanbevelingen uit het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid over de gaswinning zijn inmiddels overgenomen, niet alleen ten aanzien van Groningen maar ook ten aanzien van mijnbouw in het algemeen[44].

Uitgangspunten risicobenadering

Lessen uit Groningen dragen zo bij aan het vormen van een overkoepelende risicobenadering. Voor een dergelijke benadering zijn ook inzichten beschikbaar uit rapporten van binnen- en buitenlandse adviesorganen[45]. Er zijn handreikingen en afwegingskaders ontwikkeld door de ministeries van Infrastructuur en Milieu[46] en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties[47]. Op basis van deze inzichten kunnen alvast twee uitgangspunten geschetst worden bij de risicobenadering in het energiedomein.

1. De overheid beslist op proportionele wijze over het omgaan met risico's, zowel als het gaat om innovaties als naar aanleiding van incidenten.
2. De overheid bevordert een dialoog met de samenleving op basis van feiten, met de onderbouwing van de waarom-vraag en met onderkenning van de emoties en opvattingen van direct betrokkenen.

44 Kamerstuk 33 529, nr. 143.
45 WRR, 2011, Evenwichtskunst.
46 Kamerstuk 32 862, nr. L.
47 Kamerstuk 34 300-VII, nr. 15.

Eerste uitgangspunt: proportioneel beleid

Reikwijdte kerntaak overheid

Een toetssteen voor goed openbaar bestuur is de manier waarop de overheid met risico's omgaat[48]. Op het gebied van veiligheid heeft de overheid de kerntaak om, redenerend vanuit het algemeen belang, diegenen tegen risico's te beschermen die dat zelf niet kunnen. De vraag is wel hoe ver deze kerntaak behoort te gaan. Het volledig kunnen uitsluiten van alle risico's van menselijk en technisch falen is onmogelijk. Dit ontslaat de overheid uiteraard niet van de verplichting om hoge normen te stellen voor veiligheid.

Proportionele risicobenadering

Het eerste uitgangspunt bij het omgaan met onzekere risico's is dat de overheid op proportionele wijze beslist over het omgaan met risico's, ook naar aanleiding van incidenten. Het gaat hier om de verhouding tussen materiële en immateriële kosten en baten. De aanvaardbaarheid van risico's hangt ook samen met de mate waarin een bepaalde vorm van winning, opslag, transport, productie of gebruik van energie bijdraagt aan de energietransitie. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse kan helpen om dat in beeld te brengen.

Risicoveroorzaker verantwoordelijkheid laten nemen

De verantwoordelijkheid voor risicobeheersing ligt primair bij de risicoveroorzaker. In plaats van het zelf bedenken en uitvoeren van risico beperkende maatregelen kan de overheid haar kerntaak op veiligheidsgebied in sommige gevallen invullen door kaders te scheppen waarbinnen anderen hun verantwoordelijkheid kunnen nemen: van 'zorgen voor' naar 'zorgen dat'.

Voorzorg in plaats van verbod

In het energiedomein past een vorm van voorzorg die gericht is op het verminderen van onzekerheid. Voorzorg hoeft dus niet te betekenen dat alle denkbare risico's op voorhand volledig geïnventariseerd of zelfs uitgesloten moeten worden. Verantwoord en zorgvuldig omgaan met onzekerheden kan betekenen dat er nader onderzoek moet worden gedaan en gerichte monitoring moet plaatsvinden en dat slechts in het uiterste geval een verbod ingesteld wordt. Risico's moeten zoveel mogelijk tijdens het innovatieproces onderkend en zo nodig verder beheerst worden. Deze 'hand aan de kraan'-benadering vergt een bepaalde mate van risicoacceptatie door zowel burgers en bedrijfsleven als overheid

Oppassen voor risicoregelreflex

Incidenten zijn niet uit te sluiten, omdat deze een tot op zekere hoogte onvermijdelijke keerzijde zijn van de complexe nieuwe technologische en maatschappelijke ontwikkelingen. Bij de analyse van een ernstig incident verdiept de overheid zich goed in de vraag wat er precies verkeerd is gegaan. Daarbij is het belangrijk om secuur te bepalen of een structurele aanscherping van beleid noodzakelijk is, of dat er inderdaad slechts sprake was van een ongelukkig incident waar geen nieuw beleid voor nodig is. Bestuurlijke of

48 Kamerstuk 29 362, nr. 218.

beleidsmatige overreactie door haastige interventies (risicoregelreflex) is onwenselijk als die de ruimte voor innovatie onevenredig beperkt.

Tweede uitgangspunt: burgers beter betrekken

Dialoog met onderkenning van emoties

Bij de interactie tussen overheid en samenleving komen uiteenlopende zaken aan de orde: feiten over aantoonbare veiligheid, percepties van onveiligheid, kwesties van rechtvaardigheid en de beleving bij burgers hoe ze geïnformeerd en betrokken worden. De feiten die in de dialoog aan de orde komen betreffen de maatschappelijke betekenis van activiteiten en innovaties in het energiesysteem en de manier waarop de risico's beperkt en beheerst zullen worden. Het is belangrijk om in de dialoog de emoties en opvattingen van direct betrokkenen te onderkennen. Dit schept ruimte om naast veiligheid ook andere waarden te bespreken die betrokkenen belangrijk vinden, zoals rechtvaardigheid, transparantie, wederkerigheid of vrijheid.

Ingaan op de waarom-vraag

Een ander nieuw element is het adresseren van de waarom-vraag. Het feit dat iets voldoet aan de veiligheidsnormen maakt het inherente risico en de mogelijke overlast niet vanzelfsprekend aanvaardbaar. In plaats van voornamelijk te wijzen op de geringe omvang van het resterende risico is het beter om expliciet te bespreken waarom het verdedigbaar is dat bepaalde burgers aan dat risico worden blootgesteld, en hoe de lusten en lasten verdeeld worden. Het is aan de overheid om deze waarom-vraag te beantwoorden.

Inzet van compensatie

Bij de verdeling van lusten en lasten hoort ook de vraag of omwonenden tegemoet gekomen moeten worden voor het aanvaarden van nieuwe risico's of overlast in hun leefomgeving. Wanneer het redelijk is dat burgers gecompenseerd worden, kan dat bijvoorbeeld in de vorm van een publieke voorziening of een financiële vergoeding. In het algemeen is het eventueel toekennen van een compensatie primair een opgave voor de partij die het risico of de overlast veroorzaakt. Compensatie kan niet in de plaats komen van adequate veiligheidsmaatregelen.

Uitwerking van de uitgangspunten en rolverdeling

Het uitgangspunt van proportionele besluitvorming krijgt een plaats bij het bepalen van beleidsdoelen op het gebied van energie, bij het beslissen over concrete projecten en bij de ruimtelijke vertaling daarvan in bijvoorbeeld een structuurvisie. In elk van die stadia speelt de risicoafweging immers een rol. Het tweede uitgangspunt (dialogen) krijgt vorm in de aanpak van omgevingsmanagement. Omgevingsmanagement gaat over de wijze waarop de belangen in de omgeving van een voorgenomen project meewegen in de besluitvorming over dat project, of in de ruimtelijke vertaling ervan.

Bij de uitwerking en toepassing van deze uitgangspunten is aandacht nodig voor een goede rolverdeling. De overheid is één van de actoren in het risicolandschap, maar niet de allesbeslissende. Het omgaan met de risico's rond de energietransitie gaat ons allemaal aan.

- Initiatiefnemers en exploitanten begrijpen steeds beter dat ze niet kunnen werken zonder een *social licence to operate*, die onder meer verworven kan worden door openhartige en tijdige informatie aan omwonenden.
- Decentrale overheden vervullen een belangrijke functie bij de energietransitie. Daarbij is het van belang om te blijven acteren als één overheid.
- Het is aan de Rijksoverheid om proportioneel risicobeleid te maken. Ook daarbij is een *social licence to licence* nodig. Dit houdt acceptatie van omwonenden in dat de overheid door middel van een vergunning risico's oplegt, ongeacht hoe klein en beheersbaar die risico's zijn.
- Omwonenden krijgen ruime kansen om hun mening te geven en mee te denken over voorgenomen initiatieven en nieuwe technieken.

3.7 Iedereen heeft een rol: duidelijke rollen benoemen en kiezen

Kabinet daagt iedereen uit mee te doen

Het kabinet beseft dat de Rijksoverheid slechts één van de partijen is in het radarwerk van de energietransitie. Op velerlei fronten moeten partijen aan de slag om vergaande CO_2-reductie te realiseren en tegelijkertijd een veilig, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem te garanderen. Het kabinet daagt daarbij iedereen uit om na te denken welke kansen en mogelijkheden men ziet. Het kabinet wil afspraken maken over hoe de gezamenlijke verantwoordelijkheid te organiseren, maar ook hoe partijen aan te spreken. Het in 2013 gesloten Energieakkoord laat zien dat partijen gezamenlijk verder komen in de energietransitie.

Investeren, innoveren, toepassen en gebruiken

De energietransitie vraagt van diverse partijen creativiteit en inzet. Voor eindgebruikers – waaronder consumenten, bedrijven, verenigingen, stichtingen, overheid en publieke diensten – vraagt het om met een frisse blik te kijken naar voor welke activiteiten energie nodig is, waar energie duurzaam ingezet kan worden en waar energie bespaard kan worden. Dat brengt op onderdelen een verandering van gewoonten met zich mee. Denk aan de manier waarop gebruik wordt gemaakt van gebouwen en vervoer en de manier waarop productieprocessen werken. Ook vraagt het een open blik richting het gebruik van energiearme technologieën en acceptatie dat energie onderdeel zal zijn van het Nederlands landschap. Voor eenieder met een creatief idee biedt de energietransitie de uitdaging en de economische kans om innovatieve oplossingen te ontwikkelen, die op verschillende manieren de transitie vergemakkelijken. Al deze activiteiten vragen om substantiële investeringen, zowel in realisatie van CO_2-arme en energie-efficiënte technologie als in onderzoek en innovatie om deze technologie te ontwikkelen. Een inzet op een goed investeringsklimaat is daarom van essentieel belang.

Overheid biedt kader en stimuleert transitie

Systeemverantwoordelijkheid voor voortgang

De Rijksoverheid heeft te allen tijde systeemverantwoordelijkheid voor de voortgang van de transitie in Nederland en de afweging van belangen en kansen. Dat betekent dat de Rijksoverheid er op toe ziet dat Nederland zijn internationale afspraken nakomt. Dit behelst dat er harde afspraken komen over de CO_2-emissies die buiten het Emissiehandelssysteem vallen, inclusief een vertaling daarvan naar functies van energie. Daarnaast ondersteunt en monitort de Rijksoverheid de inzet op verduurzaming van die delen van de energiefuncties die onder het emissiehandelssysteem vallen. Ook borgt de Rijksoverheid dat er adequate kaders en prikkels zijn voor de veiligheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid van het energiesysteem.

Netwerkpartner die ondersteunt en versterkt

Het kabinet streeft ernaar dat partijen mee kunnen doen. Als netwerkpartner zal de overheid daarom waar mogelijk de ruimte geven en taken en verantwoordelijkheden (deels) delen of overdragen. Waar dit mogelijk en wenselijk is, zal de overheid het organisatievermogen van partijen ondersteunen en versterken. Het Rijk zal daarbij scherp beoordelen waar eventuele knelpunten liggen en waar overheidsingrijpen noodzakelijk is.

Verschillende manieren van ondersteunen

De overheid kan op verschillende manieren ondersteuning bieden. Maatschappelijke partijen kunnen bij elkaar worden gebracht. Partijen kunnen ondersteund worden bij de ontwikkeling van een gezamenlijk streefbeeld. Afspraken tussen maatschappelijke partijen kunnen worden geborgd. Een goed voorbeeld hiervan zijn de Green Deals, waarbij op initiatief van partijen uit het veld door de overheid kansrijke en vernieuwende initiatieven worden gefaciliteerd. Ook kan de benodigde informatie voor partijen toegankelijker worden gemaakt. Zo zal het Rijk bij het streven naar een lokale afweging bij verduurzaming van lage temperatuurwarmte ondersteunen dat de benodigde informatie beschikbaar komt. Deze informatie behelst onder andere voor- en nadelen van alternatieven en ervaringen in andere steden en regio's.

Verder heeft de overheid in het beheer en ontwikkeling van haar eigen vastgoed een taak en mogelijkheid om de transitie verder vorm te geven. Door het vastgoed en gronden in te zetten als platform voor ontwikkeling en transitie, samen met andere partijen, zal de overheid het goede voorbeeld geven en waar mogelijk ontwikkelingen aanjagen. Gezien de verscheidenheid aan rollen is het aan de overheid om duidelijk aan te geven vanuit welke perspectief de overheid op diverse momenten aan overleg deelneemt[49].

Strategisch aandeelhouderschap inzetten

Door strategisch aandeelhouderschap in Staatsdeelnemingen kan de Staat bijdragen aan de borging van publieke belangen, voor zover dit niet voldoende geborgd is door wet- en regelgeving, en kunnen Staatsdeelnemingen de energietransitie bevorderen. Het kan

[49] Triarii, 2015, R&Dialogue met energie om de tafel, het belang van dialoog in de energietransitie.

gaan om infrastructuurbedrijven als TenneT en Gasunie die cruciaal zijn voor een veilige, betrouwbare en betaalbare energievoorziening. Ook kan een rol van de overheid gewenst zijn bij de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur, zoals bij warmtenetten en infrastructuur ten behoeve van de afvang en opslag van CO_2.
Een ander voorbeeld is de rol van EBN in het borgen van doelmatig gebruik van de ondergrond als onderdeel van het mijnbouwbeleid of GasTerra als verkoper van het Groningen- en kleine veldengas.

Ten aanzien van deze twee laatste deelnemingen is van belang dat het kabinet heeft aangekondigd dat het werkt aan een aanpassing van het gasgebouw waar GasTerra en EBN beide deel van uitmaken. Deze herstructurering is er op gericht de structuur aan te laten sluiten bij de versterkte focus op veiligheid en het gasgebouw transparanter te maken. Het kabinet zal op basis van de visie die in dit Energierapport uiteen wordt gezet over de rol van gas bepalen hoe zij het gasgebouw vorm wil geven. Hierover zal het kabinet in overleg treden met de partijen waarmee de Staat de overeenkomsten heeft gesloten die ten grondslag liggen aan het gasgebouw, namelijk met Shell en ExxonMobil.

Borging

Concrete afspraken maken
Kerninzet is dat de overheid randvoorwaarden schetst en zorgt dat partijen hun bijdrage kunnen leveren. Hierbij wordt steeds in ogenschouw genomen waar borging plaatsvindt op Europees niveau[50] en op welke onderdelen diverse partijen in Nederland aan zet zijn. Daarom wil het kabinet graag concrete afspraken blijven maken over de verdere vormgeving van de energietransitie. Denk aan de invulling van warmteplannen op lokaal en regionaal niveau, afspraken met medeoverheden en maatschappelijk partijen over ruimtelijke inpassing en afspraken met bedrijven en kennispartners over innovatie.

In lijn met geschetst pad
Het Rijk zal hierbij monitoren dat de ontwikkelingen in de samenleving en de afspraken met partijen overeenkomen met het in dit Energierapport geschetste pad en hier in ieder geval niet strijdig mee zijn. De Europese afspraken in 2030 en 2050 gelden als referentie. Hiertoe wordt een indicatieve vertaalslag gemaakt naar de emissiereductie die in iedere energiefunctie plaats moet vinden, afgeleid van de Europese afspraken. Het kan niet zo zijn dat er witte vlekken ontstaan.

50 Denk aan het emissiehandelssysteem, energiezuinigheidsrichtlijnen voor apparaten en bronbeleid voor de vermindering van CO_2-uitstoot van het Europese wagenpark.

Een goede borging moet voor het kabinet daarbij in ieder geval aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Er is helderheid over de doelstellingen en wie verantwoordelijk is voor (delen van) de beleidsdoelen.
- De overheid ondersteunt maatschappelijke initiatieven waar mogelijk, nodig en efficiënt.
- Belanghebbenden worden gehoord en partijen weten elkaar te vinden. De verdeling van de lusten en de lasten is helder en wordt als adequaat gezien.
- De regels van het spel zijn helder, bijvoorbeeld de consequenties als onvoldoende voortgang richting doelen wordt geboekt.
- De vormgeving is adaptief. Hierdoor wordt ingespeeld op nieuwe ontwikkelingen in maatschappij en technologie. Innovatie wordt gestimuleerd.
- De voortgang wordt adequaat gemonitord.
- De verantwoordelijkheid voor realisatie en monitoring van onderdelen van de energietransitie is primair belegd op het niveau waar dit het effectiefste en efficiëntste kan, terwijl tegelijkertijd verbinding wordt gezocht met andere niveaus. De governance past daarbij bij de Nederlandse situatie en sluit aan bij internationale en Europese afspraken. Zo worden in Europa afspraken gemaakt over een governancesysteem voor Europese klimaat- en energiedoelen.

Vorm borging per energiefunctie bekijken

Op welke manier de borging handen en voeten wordt gegeven is onderdeel van discussie. Insteek van het kabinet is dat per functie wordt bezien op welke manier en met welke middelen en instrumenten de borging vorm krijgt. Het is voorstelbaar dat op onderdelen knelpunten worden weggenomen en dat regelgeving en normering worden aangepast. Op onderdelen moet goed bezien worden op welk schaalniveau uiteindelijk besluitvorming dient plaats te vinden. Ook is voorstelbaar dat op specifieke onderwerpen maatschappelijke afspraken gemaakt worden. Het instellen van een versneller of boegbeeld kan daarbij instrumenteel zijn.

4 Energiefuncties in een integraal energiesysteem

4.1 Energie als systeem

Systeemverandering

Alle vormen van energiegebruik en energieproductie hangen met elkaar samen. In de loop van de tijd hebben we als maatschappij vaste patronen ontwikkeld om deze energiestromen te structureren. Dit helpt ons om te gaan met de complexiteit van dit systeem. Onze infrastructuur, de wetgeving, de markt en de bijbehorende organisaties zijn op deze vaste patronen ingericht. Om de Europese doelen voor broeikasgasemissiereductie te behalen, zijn er echter radicale veranderingen nodig die waarschijnlijk niet passen in dit bestaande stramien en in deze bestaande organisaties. Alléén overstappen van een fossiele brandstof naar een duurzamer alternatief is niet voldoende. Het hele systeem wordt anders.

Technologie, innovatie en slim gebruik van lokaal beschikbare energie

Een andere manier van denken over energie is noodzakelijk omdat er duurzame en efficiënte technologie beschikbaar is voor de energievoorziening met andere kenmerken dan de fossiele alternatieven. Daarom moeten we ons in de toekomst steeds afvragen wat de beste manier is om in onze energiebehoefte te voorzien. Waar we tot op heden bijvoorbeeld voornamelijk gas gebruiken voor verwarming, zal dat voortaan mogelijk met elektriciteit worden gedaan. Bovendien moeten we om ons heen kijken of er lokaal geen betere opties zijn, zoals restwarmte van een nabij gelegen fabriek of centrale. Dat vraagt om een andere manier van kijken naar het energiesysteem en om flexibiliteit in regelgeving en instituties. Het kabinet wil zich maximaal inspannen om deze noodzakelijke systeemvernieuwing mogelijk te maken.

Van centraal energiesysteem naar meerdere niveaus

Het energiesysteem is aan het veranderen van een centraal systeem naar een systeem op meerdere niveaus. Steeds meer wordt er decentraal op individueel huis- of wijkniveau energie opgewekt. Ook regionaal worden er steeds meer initiatieven ontplooid, bijvoorbeeld de aanleg van warmte- of biogasnetten. Tegelijkertijd blijft het centrale niveau belangrijk. De elektriciteit van windparken op zee bijvoorbeeld, wordt getransporteerd via een centraal gecoördineerd elektriciteitsnet.

Internationaal - nationaal - regionaal

Ook kunnen we de internationale dimensie niet uit het oog verliezen. We zijn verbonden met onze buurlanden en wisselen elektriciteit en gas met hen uit. Zo maakt de interconnectiekabel met Noorwegen het mogelijk om een overschot aan elektriciteit, bijvoorbeeld als het hard waait, tijdelijk op te slaan in Noorse waterkrachtinstallaties. Op een later moment kunnen we deze elektriciteit weer afnemen. Al deze aspecten, van decentraal tot internationaal, zijn met elkaar verbonden, wat vraagt om coördinatie tussen deze niveaus. De benodigde afstemming moeten we op een nieuwe manier gaan vormgeven.

Energiefuncties: een nieuwe manier van kijken

Traditionele aanpak te beperkt

Slimmer omgaan met energie en de afstemming tussen de diverse schaalniveaus vraagt om een andere manier van kijken naar ons energiesysteem. Vaak wordt het gesprek over energie en verduurzaming nog gevoerd op basis van traditionele patronen. Het gaat dan bijvoorbeeld over sectoren, zoals de elektriciteitssector, gassector en industrie en hoe we die afzonderlijk kunnen verduurzamen. Het risico van deze benadering is dat we blijven denken in oude patronen, terwijl vaak een verschuiving nodig is, bijvoorbeeld van gas naar elektriciteit voor het verwarmen van huizen.

Op naar een functionele indeling

Om de energiediscussie op een nieuwe manier te voeren sluit het kabinet zich aan bij de benadering van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli)[51]. Energie is in die benadering een middel om een doel te bereiken: we gebruiken energiedragers omdat we warmte, licht, aandrijving en communicatie willen. Wat we met energie willen bereiken noemen we de functie van energie. Als we uitgaan van de functie van energie, gaan we ook de energievoorziening die daarvoor nodig is, de infrastructuur en de organisatie, anders bekijken. De Rli heeft een indeling naar de functie van energie gemaakt, uitgaand van de vier fundamentele behoeften die we met energie willen vervullen:

- warmte van lage temperatuur (ruimteverwarming en tapwater);
- warmte van hoge temperatuur (proceswarmte in de industrie);
- transport en mobiliteit (vervoer);
- kracht en licht (elektrische apparaten, licht en ICT).

Om de noodzaak van een andere systeembenadering te benadrukken, volgen we in dit hoofdstuk deze functie-indeling.

Energie als warmte en beweging

Kijken naar de functie van energie koppelt de analyse los van de huidige economische structuur en energievoorziening, die zich richt op sectoren, energiedragers en energiebronnen. We willen de discussie voeren over hoe we in de bovenstaande vier fundamentele behoeften kunnen voorzien. Daarvoor zijn vele opties beschikbaar en die kunnen uit veel verschillende sectoren komen. De nadruk op wat energie in essentie is – warmte en beweging – maakt inzichtelijk wat er waar en door wie gedaan kan worden om ons doel te bereiken.

Doel: voldoen aan de Europese emissiereductie in 2050

Per functie moet een samenhangend pakket aan maatregelen worden samengesteld in lijn met de Europese doelstelling van 80-95% broeikasgasemissiereductie. Figuur 2.1 (in hoofdstuk 2) geeft voor de verschillende sectoren het verloop van de CO_2-emissieruimte weer bij een kosteneffectieve verdeling van CO_2-reducties over alle lidstaten. Daaruit blijkt dat de emissies in de energievoorziening sterk moeten dalen, met name in de

[51] Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.

elektriciteits- en warmtevoorziening. Op het niveau van lidstaten kan de benodigde reductie anders uitpakken vanwege verschillen in mogelijkheden om emissies te reduceren. Daarnaast geeft de geleidelijk dalende emissieruimte van het Europese CO_2-emissiehandelssysteem (ETS) richting voor de industrie- en elektriciteitssector. Uitgaande van een Europese reductie van 80%, resulteert een versterkt ETS[52] in 87% minder emissie vergeleken met 2005[53]. Voor emissies die buiten het ETS vallen resulteert dat in een reductie van 70%. Als 95% van de broeikasgasemissies in Europa zouden worden gereduceerd, betekent dit voor de energievoorziening in de functionaliteiten tezamen dat de CO_2-emissies (vrijwel) nul of negatief zijn[54].

Tabel 4.1 *Richting CO_2-emissiereductie in 2050 voor de verschillende functies*

Energiefunctie	CO_2-reductie in 2050
Warmte van lage temperatuur (woningen, gebouwen, kassen en industrie)	Grotendeels CO_2-vrij, omdat er veel kosteneffectieve maatregelen beschikbaar zijn. Er is enige CO_2-emissieruimte omdat fossiele brandstoffen niet in alle gevallen makkelijk te vervangen zijn (bijvoorbeeld bij pieken in de winter).
Warmte van hoge temperatuur (proceswarmte in de industrie)	Vergaande CO_2-reductie proceswarmte in de industrie binnen het ETS. Tegelijkertijd zijn er voor deze sector minder opties voorhanden dan in andere sectoren. Het internationale speelveld is een factor van belang.
Vervoer	In het kader van het SER-Energieakkoord is een emissiereductie van 60% afgesproken. Dit resulteert in een emissieruimte van 12 megaton CO_2 in 2050.
Kracht en licht (elektrische apparaten, licht en ICT)	Binnen het ETS is er nagenoeg geen ruimte meer voor emissies door elektriciteitsopwekking. Er zijn veel kosteneffectieve maatregelen beschikbaar.

Indicatie CO_2-uitstoot in 2030

Emissiereductie binnen het ETS 43% en buiten het ETS 30%

In Europa is afgesproken dat de emissies met ten minste 40% moeten dalen tussen 2030 en 1990. Dit is vertaald naar een reductie van emissies die onder het ETS vallen en emissies die daarbuiten vallen (niet-ETS). Op basis van een kosteneffectieve verdeling, bedraagt de daling bij een doelstelling van 40% broeikasgasemissiereductie in 2030 voor

52 Uitgaande van een jaarlijkse reductiefactor van 2,2%.
53 Europese Commissie, 2014, Impact assessment on energy and climate policy up to 2030.
54 Rli, 2015, Rijk zonder CO_2. Negatieve CO_2-emissies kunnen worden gerealiseerd door een combinatie van biomassa en CO_2-afvang en -opslag.

emissies onder het ETS 43% en voor niet-ETS 30% ten opzichte van 2005[55,56]. Dit Europese niet-ETS doel (30%) wordt vertaald naar een emissieruimte per lidstaat, bepaald door de welvaart en beschikbaarheid van kosteneffectieve maatregelen. In 2016 wordt daar een Europees besluit over verwacht.

Beschikbare emissieruimte (niet-ETS) voor Nederland
De reductieopgave die Nederland voor zijn niet-ETS-emissies in Europees verband krijgt zal door het kabinet worden verdeeld over de verschillende functionaliteiten. De vraag is hoe de beschikbare niet-ETS emissieruimte moet worden verdeeld en hoe adequate monitoring eruit moet komen te zien. De verdeling kan op uiteenlopende uitgangspunten worden gebaseerd. Per functionaliteit kan rekening worden gehouden met de te maken kosten voor emissiereductie, met de mate van importafhankelijkheid en de beschikbaarheid van technologische oplossingen.

Rli voorstel voor vastlegging in wet

De Rli stelt voor om de doelstelling van de reductie van broeikasgasemissies met 80 - 95% in 2050 (ten opzichte van 1990) op nationaal niveau in een wet vast te leggen. Gelet op de urgentie van het klimaatprobleem vindt de Rli dat borging in de wet in combinatie met een regeringscommissaris die de energietransitie aanjaagt op zijn plaats is. Daarbij geeft de Rli aan dat vanwege de onzekerheden op weg naar 2050 een solide politiek en bestuurlijk draagvlak voor de energietransitie onontbeerlijk is. Het voordeel van een klimaatwet is dat deze daadkracht uitstraalt, rechtszekerheid biedt, afdwingbaar is en wijziging alleen bij wet kan. Tegelijkertijd is het vastleggen van een reductiedoel bij wet niet voldoende. Uit het doel moeten acties volgen. Zo zijn er naast een einddoel tussendoelen en transitiepaden (per energiefunctie) nodig. Hiervoor zullen activiteiten en nadere regelgeving noodzakelijk zijn. Daarnaast blijft naast wetgeving, en afhankelijk van de vormgeving ook een regeringscommissaris, de inzet van alle partijen aan de energietransitie nodig. Ook is met een wet niet automatisch de financiering geregeld, noch zijn alle maatschappelijke (kosten-baten) dilemma's beslecht. Een maatschappelijk arrangement of akkoord over einddoelen, tussendoelen, taakstellende afspraken en afspraken over de verantwoordelijkheden van betrokken partijen heeft als voordeel dat alle noodzakelijke partijen kunnen worden betrokken en gecommitteerd. De vraag is echter of dit leidt tot voldoende resultaat richting een CO_2-arme energievoorziening.

55 Europese Raad, 2014, Raadsconclusies 23 en 24 oktober 2014
56 In de EU is afgesproken dat na afloop van COP21 in Parijs wordt bezien of deze reductiepercentages nog aangepast moeten worden (zie paragraaf 2.1). Daarnaast kunnen de reductiepercentages veranderen als de EU besluit om de emissies door landgebruik en/of bossen ook meegeteld moeten worden

4.2 Ruimteverwarming

Verwarming zonder uitstoot van CO_2

Ons uitgangspunt is om met de verandering van de energievoorziening te beginnen op terreinen waar Nederland zelfstandig kan handelen. De voorziening van lage temperatuur-warmte is zo'n terrein. Dit behelst de verwarming van huizen, gebouwen en tuinbouwkassen, waarvoor in Nederland momenteel vooral gas wordt ingezet.

Op naar een CO_2-arme ruimteverwarming in 2050

In deze categorie willen we de CO_2-uitstoot, nu nog ongeveer 45 miljoen ton (2012), vergaand terugbrengen, zodat er in 2050 bij de voorziening van lage temperatuur-warmte per saldo geen CO_2-emissie meer optreedt. Om dit te bereiken zijn op korte termijn concrete stappen noodzakelijk. De Energiedialoog zal worden benut om scherp te krijgen of en onder welke voorwaarden dat haalbaar is. Hierbij moeten we een goed beeld krijgen van de kosten voor gebruikers en infrastructuur, van mogelijke alternatieven en van de effecten op bestaande systemen.

Naast energiebesparing gaat het om het zoveel mogelijk benutten van duurzame of CO_2-arme energiedragers: restwarmte, biogas, warmte en elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Het gebruik van aardgas zal zoveel mogelijk worden verminderd.

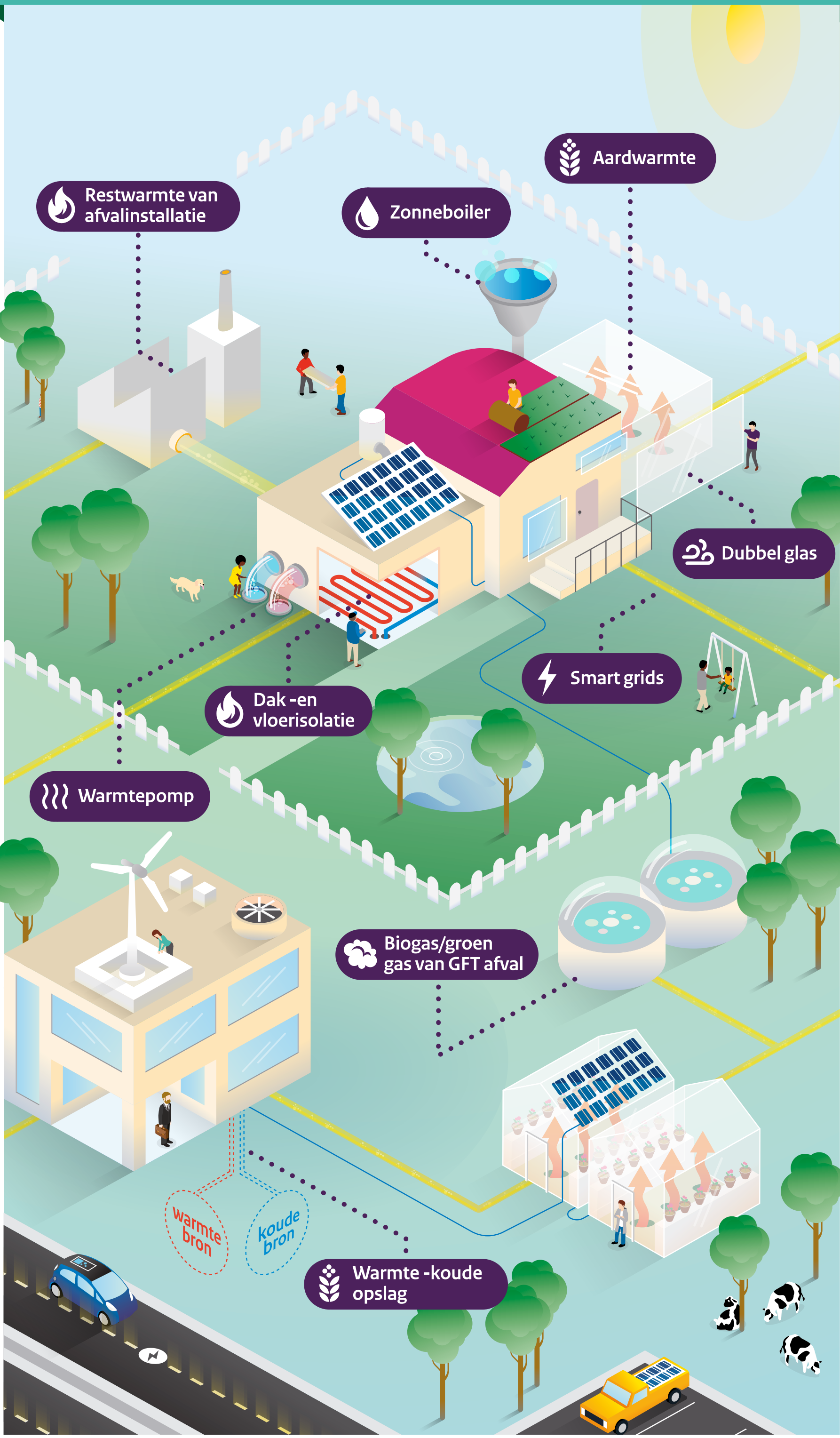
Belangrijke rol lokaal en regionaal niveau

We gaan minder energie gebruiken om onze woningen, gebouwen en kassen te verwarmen en de energie die we nog gebruiken wordt een andere dan we nu gewend zijn. Dat betekent gebouwen verbeteren, andere energiedragers maken, vaak ook andere distributienetten aanleggen of bestaande distributienetten anders inzetten. Om dit voor elkaar te krijgen doen we een beroep op alle betrokkenen om mee te werken: bewoners, gebruikers, huiseigenaren, bouwwereld, innovatieve bedrijven, gemeenten en de energiesector. Voor de aanpak van deze veranderingen willen we de regie zoveel mogelijk neerleggen op lokaal en regionaal niveau. Dan kan zo goed mogelijk recht worden gedaan aan plaatselijke verschillen in uitgangspositie, wensen en mogelijkheden.

Faciliterende rol Rijksoverheid

De Rijksoverheid bewaakt de uitvoering van de Europese verplichtingen om tot een energieneutrale gebouwde omgeving in 2050 te komen. De Rijksoverheid zal verder de gezamenlijke inspanning en de lokale besluitvorming waar mogelijk ondersteunen door regels aan te passen en ruimte te geven voor experimenten. Ook past de Rijksoverheid de beleids- en marktregels voor energielevering en voor het beheer van infrastructuur aan om de geschetste transitie van de ruimteverwarming te bespoedigen. De herziening van de Warmtewet en de verdere herziening van de energiewetgeving zijn hiervoor de geëigende momenten.

Gebouwen duurzaam verwarmen in 2050



Ministerie van Economische Zaken, januari 2016

Verwarming nu nog met aardgas

Voor warmte van lage temperatuur wordt nu in Nederland 790 petajoule aan energie ingezet, voornamelijk (93%) aardgas. Dit gas wordt in woningen, gebouwen en kassen steeds efficiënter gebruikt door verbetering van de kwaliteit van de gebouwen zelf (isolatie van muren, dak en vloer, dubbel glas) en door het gebruik van energiebesparende toestellen (zoals CV-ketels met hoog rendement en warmtekrachtkoppeling). Door jarenlange energiebesparing is het gemiddelde gasverbruik per woning in ons land gedaald van ca. 2150 m^3 in 1995 naar ca. 1500 m^3 in 2013.

In totaliteit is het gasgebruik voor ruimteverwarming echter wel toegenomen, van 720 petajoule in 1990 naar bijna 800 petajoule in 2012. Dit komt omdat het aantal huishoudens is toegenomen. In ons land neemt de gemiddelde omvang van een huishouden al decennia lang af, een trend die zich ook in de toekomst nog zal voortzetten.

Energieakkoord: de eerste stappen

Afspraken in de woningbouw

Volgens Europese afspraken moeten lidstaten ervoor zorgen dat eind 2020 alle nieuwe gebouwen bijna-energieneutraal zijn. In het Energieakkoord is afgesproken dat voor 2030 voor gebouwen wordt gestreefd naar ten minste gemiddeld label A. De bestaande kwaliteit is nu nog gemiddeld label C. In 2050 moet de gebouwde omgeving energieneutraal zijn volgens Europese afspraken.

Aanbodkant: energie-efficiëntie in de bouw

Door het Energieakkoord zijn zowel de aanbod- als de vraagkant van de bouwwereld in beweging gekomen. Aan de aanbodkant zien we bijvoorbeeld dat bouw- en installatiebedrijven maatregelen voor energie-efficiëntie steeds meer weten te koppelen aan zaken die burgers en bedrijven belangrijk vinden zoals comfort, ruimte, gezondheid etcetera. Ook zien we hoe technologische ontwikkelingen, zoals de kostendaling van zonnepanelen en het breed beschikbaar komen van huis-automatisering (domotica) helpen om vergaande energetische verbetering van gebouwen aantrekkelijker te maken.

Vraagkant: de bewuste energieconsument

Ook aan de vraagkant is een positieve trend zichtbaar. Burgers en bedrijven worden zich bewust van de voordelen van energiebesparing en het zelf opwekken van (hernieuwbare) energie. Een beter aanbod en een bredere inzet van instrumenten als het energielabel werken hieraan mee. Daarnaast zijn er omgevingsfactoren die een rol spelen: de nadelen van aardgasgebruik, zoals de gevolgen van de gaswinning in Groningen, worden meer zichtbaar.

Ontwikkelingen in de glastuinbouw

De ontwikkelingen in de glastuinbouw zijn een goed voorbeeld. De glastuinbouw is een belangrijke, internationaal concurrerende economische sector in Nederland en ook een belangrijke gebruiker van lage temperatuur-warmte. Het gebruik was in 2013 112 petajoule. Dit gebruik is in de periode sinds 2001 gedaald met 16% als saldo van besparingsmaatregelen, verkleining van de sector, intensivering van de teelt en het oplopen van de

buitentemperatuur. Al met al is het brandstofgebruik per eenheid product in de periode 1990-2013 met 56% afgenomen. In het Energieakkoord is afgesproken dat deze sector nog eens 11 petajoule aan energie bespaart in 2020 ten opzichte van het gebruik in 2013.

Duurzame warmtevoorziening

Kansen voor verduurzaming

In de warmtevoorziening staan we voor ingrijpende veranderingen. Zoals gezegd is in het Energieakkoord afgesproken hoe de gebouwde omgeving aangepakt zal worden. De gekozen aanpak in het Energieakkoord sluit zoveel als mogelijk aan bij lopende en voorgenomen herstructurering en verbetering van de gebouwenvoorraad. In de huursector hebben corporaties en bouwpartijen het initiatief genomen om bestaande woningen te renoveren tot nul op de meter woningen. Daar waar mogelijk worden woningeigenaren gestimuleerd om maatregelen te nemen, zoals het plaatsen van nieuwe installaties in bestaande woningen en gebouwen, bijvoorbeeld een hybride warmtepompsysteem.

Hybride warmtepompsystemen in de bestaande bouw

Een hybride systeem is een verwarmingssysteem dat zowel gebruik maakt van elektriciteit als van gas: een (elektrische) warmtepomp, een opslagvat voor warm water èn een gasketel. De basis-warmtevraag voor het gebouw wordt geleverd door de warmtepomp; eventuele overschotten worden opgeslagen. Als het heel koud is, dus op momenten van een piek-warmtevraag, springt de gasketel bij. Het voordeel van dit systeem is dat de elektriciteitsleidingen waarschijnlijk niet verzwaard hoeven te worden. Volgens recente berekeningen in opdracht van de Topsector Energie[57] kan de totale piekvraag van elektriciteit in huishoudens in een dergelijk geval beperkt blijven tot circa 7 gigawatt in 2050 (nu: 6 gigawatt), terwijl de piekvraag bij een *all electric* systeem zou stijgen naar 23 gigawatt. Vergeleken met een ingrijpende isolatie en renovatie van het gebouw zelf is installatie van een hybride systeem in veel gevallen goedkoper en, in termen van CO_2-emissiebeperking, kosteneffectiever. Voorwaarde bij dit laatste is uiteraard wel dat de elektriciteit voor de warmtepompen geproduceerd wordt uit een hernieuwbare of CO_2-vrije bron. Aandachtspunt is dat er installaties tegen de gevel van woningen geplaatst moeten worden met buizen door de woning naar de warmtepomp.

Energiebesparing prioriteit

Om de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving te verduurzamen is het allereerst zaak om in te zetten op besparing om zo de energievraag per gebruiker te verminderen. In de nog resterende warmtevraag kan worden voorzien door lokale opwekking van energie (elektriciteit, warmte) uit hernieuwbare bronnen of door een collectieve warmte-

57 Berenschot, Gasunie, BDH, DNV-GL, 2015, Hybride systemen.

voorziening uit hernieuwbare bronnen, zoals warmtenetten op restwarmte of geothermie, dan wel een gasnet voor bio- of ‘groen’ gas. Inzet van groen gas als energiebron moet daarbij bezien worden in relatie tot het mogelijk gebruik van biomassa voor sectoren waar minder verduurzamingsopties voor handen zijn, zoals de transportsector.

Besparingsmaatregelen
Veel op zichzelf rendabele besparingsmaatregelen zijn door burgers en bedrijven nog niet genomen. In het Energieakkoord zijn afspraken gemaakt over maatregelen die de transitie naar een energieneutrale energievoorziening in 2050 ondersteunen, zoals de doelstelling dat alle bestaande woningen en utiliteitsgebouwen ten minste gemiddeld energielabel A hebben in 2030. Het besparingstempo kan omhoog door een combinatie van voorlichting en bewustwording, ontzorging en financiële maatregelen, bijvoorbeeld door het gebruik van klimaat belastende energiedragers financieel minder aantrekkelijk te maken ten opzichte van energiedragers uit CO_2-arme of hernieuwbare bron.

Verduurzamen resterende energievraag
Na het treffen van energiebesparende maatregelen zijn er diverse mogelijkheden om de resterende energievraag (vrijwel) CO_2-neutraal te maken:
- direct gebruik van duurzame warmte (zonthermisch)
- warmtelevering uit aardwarmte, bio-warmtekrachtcentrales, restwarmte uit industrie of elektriciteitsproductie, geleverd via warmtenetten
- warmteproductie met elektriciteit uit hernieuwbare bronnen (warmtepompen)
- gasvormige energiedragers uit hernieuwbare bronnen (groen gas, waterstof)

Naar een klimaatneutrale omgeving in 2050

CE-Delft[58] heeft, in opdracht van Gasterra, de mogelijkheden onderzocht van een klimaatneutrale gebouwde omgeving in 2050. Voor vijftien typische buurten (verschillend naar woning- en gebouwtype, bebouwingsdichtheid, ouderdom) is bekeken wat de integrale kosten zouden zijn voor de productie, distributie, consumptie en besparing van warmte, om te komen tot een gebouwde omgeving waar uiteindelijk geen CO_2-uitstoot meer plaatsvindt. Uit het onderzoek blijkt dat per buurt de meest geschikte en goedkope optie verschilt. In buurten met een hoge bouwdichtheid zal aardgas worden vervangen door warmtelevering uit verschillende bronnen. In minder dicht bebouwde gebieden zijn elektrische warmtepompen op den duur de logische opvolger van aardgasverwarming. Er zijn buurten waar het aardgas geleidelijk wordt vervangen door groen gas.
Dit type onderzoek geeft een eerste indicatie van de mogelijkheden. Lokaal zal er, afhankelijk van de besparingsmogelijkheden, de warmtevraag en het warmteaanbod, een afweging moeten worden gemaakt over de wenselijke invulling van de warmtevoorziening.

58 CE Delft, 2015, Op weg naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving in 2050.

Glastuinbouw
De na energiebesparing resterende warmtevraag in de glastuinbouwsector kan worden verduurzaamd door:

- seizoensopslag van warmte en koude
- gebruik van warmtepompen
- inzet van geothermie
- gebruik van restwarmte
- gebruik van lokaal beschikbare biomassa

Onderzoekers zien vergaande clustering ontstaan binnen de (glas)tuinbouw, maar ook met andere landbouwbedrijven op energiegebied, bijvoorbeeld om de aanleg van warmtenetten rendabel te maken. Of deze clustering doorzet, inclusief de benodigde investeringen in energie infrastructuur, en wat dit kan betekenen voor de betrokken sectoren (wie is vrager, probleemhebber, financier?) is een vraag voor de energiedialoog. Voor de sector is bovendien van belang dat vervanging van de inzet van fossiele energie voor ruimteverwarming ook een andere aanvoer van CO_2 noodzakelijk maakt die als meststof nodig is. Voor de langere termijn (na 2020) zijn innovatie en marktintroductie van innovaties in de warmtevoorziening en in energiebesparing nodig, zoals de brandstofcel-wkk of elektrificatie.

CO_2-neutrale alternatieven

Elektrische warmtepompen
Voor de ruimteverwarming kunnen we veel meer gebruik maken van elektrische warmtepompen, aangedreven door elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. De komende jaren zal er steeds meer elektriciteit beschikbaar komen uit hernieuwbare bronnen (wind, zon), maar die elektriciteit wordt nogal eens geleverd op momenten dat daar eigenlijk geen behoefte aan is. Dan is omzetten van deze overschotten aan (goedkope) elektriciteit in warmte (of koude) een aantrekkelijk alternatief (‘power to heat’). Die warmte kan bovendien worden opgeslagen voor later gebruik. De toepassing van warmtepompen vergt in ieder geval ook dat vergaande isolatiemaatregelen worden toegepast.

Restwarmte
Een andere mogelijkheid is gebruik te maken van restwarmte. Deze restwarmte is nu nog afkomstig van industrieën of elektriciteitscentrales die fossiele energie gebruiken. Gebruik van restwarmte is echter geen duurzame oplossing; wel wordt er door het huidige gebruik van restwarmte aardgas bespaard. Gebruik van restwarmte en de aanleg van de daarvoor benodigde warmtenetten kan echter wel een transitiestap zijn in de richting van duurzaam warmtegebruik. Te denken valt dan aan warmtelevering door nabijgelegen industrieën of tuinbouwkassen die werken met hernieuwbare energie, of aan warmtelevering uit buurtcentrales (warmte-kracht-koppeling) op bio-energie. De aangelegde warmtenetten kunnen we dan ook voor andere warmte gebruiken, zoals seizoenswarmte (warmte die ’s zomers wordt opgeslagen voor gebruik in de winter) en aardwarmte (geothermie).

Lokale keuze voor (aard)gas
Het is mogelijk dat men lokaal toch gebruik wil blijven maken van gasvormige energiedragers, bijvoorbeeld om de piekwarmtevraag op te vullen (zoals in hybride warmtepompsystemen). In dat geval is het goed mogelijk dat de bestaande toevoer van aardgas wordt vervangen door gas uit biomassa (groen gas). Dan zullen de kosten van biomassa en biomassaverwerking meetellen. Ook moet de emissie van fijnstof en NOx in de afweging worden betrokken. Bovendien zal de productie en inzet van groen gas als energiebron voor ruimteverwarming bezien moeten worden in relatie tot het mogelijk gebruik van biomassa voor sectoren waar minder verduurzamingsopties voor handen zijn, zoals de transportsector.

Het warmteplan: regionale en lokale sturing

Regionale inrichting warmtevoorziening
Een belangrijke vraag is hoe we met elkaar beter kunnen organiseren dat elke regio in ons land zelf een goede afweging maakt en besluit over een optimale warmtevoorziening ter plaatse. De lokale discussie zal veel vragen oproepen en is sterk afhankelijk van lokale omstandigheden en voorkeuren. Voor een zinvolle lokale discussie is ook inzicht nodig in de kosten en baten van beschikbare alternatieven voor aardgasverwarming.

Het warmteplan als nieuw element
Zonder gebruik van aardgas hebben we andere verwarmingsapparaten nodig en als we geen gas meer gebruiken zullen we elektrisch moeten koken waar we dat niet gewend zijn. Keuzes over de inrichting van de warmtevoorziening kunnen het beste lokaal worden gemaakt: er bestaat immers geen ‘standaardmodel’. Lokaal en regionaal zullen warmteplannen gemaakt worden, met per locatie verschillende opties, al naar gelang de mogelijkheden ter plaatse.

Iedere regio een warmteplan
De Warmtevisie[59] lanceerde het idee van de (regionale) warmteplannen, waarin betrokkenen ter plaatse een afweging kunnen maken tussen de verschillende opties en daarover een besluit kunnen nemen. In zekere zin wordt hiermee voortgebouwd op het Bouwbesluit uit 2012, waarin is bepaald dat gemeenten een belangrijke rol spelen in het aanwijzen van geschikte wijken voor warmtenetten. De aanpak is echter meeromvattend, omdat men in een warmteplan alle energie-opties (besparing, verduurzaming en de bijpassende infrastructuur) beschouwt. Uitgangspunt voor een dergelijke lokale afweging is dat men toewerkt naar een CO_2-arme warmtevoorziening die voor de bewoners en gebruikers in het betreffende gebied toegankelijk, betaalbaar en betrouwbaar is.

Informatievoorziening
In de warmtetransitie spelen lokale en regionale overheden een zeer belangrijke rol. De keuzes die op lokaal en regionaal niveau gemaakt moeten worden, zijn echter ruimtelijk, technisch en financieel-economisch complex. Hierbij is van belang dat de betrokkenen

59 Kamerstuk 30 196, nr. 305.

over de juiste informatie beschikken om een goede afweging te kunnen maken. De rol van de Rijksoverheid wordt hierbij ondersteunend en kaderstellend.

Randvoorwaarden besluitvorming
De discussie en besluitvorming over lokale en regionale warmteplannen moet plaatsvinden binnen de volgende begrenzingen:

- De beschouwde alternatieven moeten CO_2-armer zijn dan de gebruikelijke verwarming met aardgas. Dat betekent: energiebesparing en de toepassing van energiedragers uit CO_2-arme of duurzame bronnen.
- Het lokale discussie- en besluitvormingsproces moet open en transparant zijn: alle betrokkenen worden in staat gesteld om tijdig hun inbreng te leveren en de (tussen-) resultaten worden goed gecommuniceerd.
- Aan de betrokkenen wordt gevraagd om, eerder en transparanter dan zij nu wellicht gewend zijn, hun plannen met de warmtevoorziening van een gebied kenbaar te maken. Dit geldt niet alleen voor netbeheerders, maar ook voor projectontwikkelaars, woningcorporaties en gemeenten zelf.
- De nieuwe warmtevoorziening moet voor iedere gebruiker toegankelijk zijn en de aanleg en het beheer moeten kostenefficiënt zijn. Welke kosten dragelijk worden geacht kan onderdeel zijn van de lokale afweging.

Binnen deze voorwaarden is de lokale afweging in principe vrij. Het staat lokale overheden vrij om met de vorm van participatie en besluitvorming te experimenteren. Het zal van lokale omstandigheden afhangen welke opties in beschouwing worden genomen, welke partijen betrokken worden en welke bondgenootschappen worden gesloten. De Rijksoverheid zal, in overleg met de lokale en regionale overheden, de voortgang monitoren. Mocht het resultaat van deze manier van werken onvoldoende zijn in termen van gerealiseerde CO_2-emissiereductie, dan kan het stellen van nationale kaders overwogen worden.

Groeiplan voor warmte

Eind oktober 2015 presenteerden enkele provincies (Gelderland, Zuid-Holland, Noord-Holland, Limburg), gemeenten (Amsterdam, Rotterdam, Nijmegen, Delft, Ede), de Stichting Natuur & Milieu, de Nederlandse Vereniging voor Duurzame Energie en een aantal warmtebedrijven (Nuon, Eneco, Ennatuurlijk, Purmerend, Alliander) een gezamenlijk plan voor de verduurzaming van de Nederlandse warmtevoorziening. Kern van het initiatief is het ontwikkelen van transport- en distributienetten voor warmte, teneinde het aantal warmteklanten in steden en glastuinbouwgebieden te laten groeien van 300.000 nu naar 1,5 miljoen in 2040.
Voorwaarden voor de realisatie van dit plan zijn onder meer een lagere warmteprijs dan het gangbare gasalternatief, een gezamenlijke aanpak (in samenwerking met het Rijk) van de benodigde transport-infrastructuur en lokale besluitvorming over welke combinatie van maatregelen (isolatie, warmte, (bio)gas of alle-electric) het meest effectief is per wijk (nieuwbouw en bestaand). De combinatie van maatregelen moet naar het oordeel van de initiatiefnemers gebaseerd zijn op een analyse waarin de meest kosteneffectieve en maatschappelijk gewenste energievoorziening wordt bepaald om CO_2 (en andere vormen van uitstoot zoals NOx en fijnstof) te reduceren en de doelstellingen voor energiebesparing en hernieuwbare energie te behalen.

Slim omgaan met infrastructuur

Aanleg nieuwe infrastructuur

Veranderingen in de energie-infrastructuur, de distributiekabels, -buizen en -leidingen, zijn onderdeel van de energietransitie waar we voor staan. Zo kan elektrificatie betekenen dat we zwaardere elektriciteitsnetten nodig hebben. Aanleg van warmtenetten vergt grote investeringen. De capaciteit van die (bestaande en nieuwe) netten moet berekend zijn op de grootste vraag die kan optreden (piekvraag).

Juiste afstemming piekvraag en infrastructuur

Het gaat erom dat de piekvraag, de maximale warmtevraag in een koude winter, op een kosteneffectieve manier kan worden verzorgd. In de praktijk betekent dat een slimme combinatie van beperking van de (piek-)vraag, inzet van geschikte (en op het piekmoment beschikbare) energiedragers en een daarvan afgeleide netcapaciteit. Door het kiezen van zulke slimme combinaties kan een te hoge piekbelasting – en daarmee de noodzaak van extra investeringen in het net – in veel gevallen worden voorkomen.

Timing en coördinatie van maatregelen

Onderdeel van de besluitvorming is de timing. Beslissingen over een meer duurzame warmtevoorziening van de woon- en werkomgeving kunnen gekoppeld worden aan voornemens tot aanleg of uitfasering van infrastructuur. Een ander geschikt moment om het gesprek over een nieuwe warmtevoorziening van wijken en steden aan te gaan, is wanneer herstructurering van woongebieden en bedrijvenlocaties aan de orde is. Zo is

het moment waarop gasnetten moeten worden vervangen een uitgelezen moment om de mogelijkheden voor een andere, duurzame warmtevoorziening te bezien. Energienetbeheerders weten wanneer dat aan de orde is en kunnen dan met gebruikers, omwonenden, gebouwbeheerders en lokale overheden in gesprek gaan over de verduurzaming van de warmtevoorziening ter plaatse en de bijbehorende toekomstige energie-infrastructuur. In het eerder genoemde warmteplan kan dit worden uitgewerkt.

Warmtenetten

In de transitie van de warmtevoorziening is het gebruik en de aanleg van warmtenetten een belangrijke factor. Het marktmodel voor warmtelevering en warmtegebruik zal daarom nog eens goed worden bezien. Belangrijke vragen daarbij zijn of er op een warmtenet meerdere aanbieders kunnen worden aangesloten (toegang van derden) en in hoeverre aangesloten gebruikers zeker kunnen zijn van levering tegen een aanvaardbaar tarief. Aan de aanbodzijde is het de vraag of er ook op langere termijn voldoende aanbieders zullen zijn. Zeker in het geval van industriële restwarmte is dat niet op voorhand verzekerd, als ook de industriële aanbieders tot verdere energiebesparing overgaan of als thermische elektriciteitscentrales worden gesloten. Een duurzaam alternatief op langere termijn kan dan de toepassing van aardwarmte zijn, of warmte uit bio-warmtekracht-installaties.

Rol energiegebruikers

Participatie en gedragsverandering

Energiebesparing staat voorop in de warmtetransitie. Daarom zijn de energiegebruikers zelf als eerste aan zet. Zij kunnen energie besparen door hun gedrag aan te passen, door energiezuinige apparatuur aan te schaffen en door actief te participeren in de besluitvorming over lokale warmteplannen.

Gebruikswaarde als maatstaf

Bij verhuurde gebouwen is het van belang dat de energiekwaliteit – en daarmee het energiegebruik en de mogelijkheden tot besparing – door anderen dan door de huurder wordt bepaald: door woning- en gebouw-eigenaren en -beheerders. De eigenaar moet investeren. De gebruiker betaalt de lagere energierekening, waardoor degene die investeert onvoldoende rendement heeft. Deze split incentive speelt zowel bij woning- als gebouwhuur en bij hypotheekverstrekking voor de aanschaf van onroerend goed. In de toekomst zal steeds meer de gebruikswaarde, inclusief de energiekosten, bepalend zijn voor de waarde van onroerend goed. Het is zaak dat de genoemde partijen nader tot elkaar komen. Het moment dat een warmteplan wordt overwogen, kan hiervoor een nieuwe aanleiding zijn.

Rol Rijksoverheid

Lokale en regionale overheden krijgen een belangrijke rol in de transitie van de (lage temperatuur-) warmtevoorziening. Daarbij is het van belang dat de Rijksoverheid bestaande regels en afspraken tegen het licht houdt en zo nodig aanpast, om zo de gewenste transitie op gang te brengen. Hierbij valt te denken aan:

- *Coördinatie*
  De bouw is een relatief ambachtelijke en versnipperde sector. Ieder is verantwoordelijk voor zijn eigen domein, maar de verantwoordelijkheid voor de totale prestatie is niet goed belegd. Een beter gestructureerde markt voor renovatie en energiebesparing is noodzaak, zodat de klant weet op welk eindresultaat hij mag rekenen.

- *Tegengaan 'split incentive'*
  Bij het treffen van energiebesparende maatregelen is het de gebouwbeheerder die de kosten maakt en de gebouwgebruiker die de baten heeft in de vorm van een lagere energierekening. Deze zogeheten *split incentive* is een belemmering voor het bereiken van het gestelde doel en zal aangepakt moeten worden.

- *Nieuwe arrangementen*
  Andere spelers dan de gebruikelijke partijen (gebruikers, beheerders, kapitaalverschaffers, netbeheerders) zouden in de toekomstige warmtevoorziening een rol moeten kunnen spelen. Regels en afspraken moeten daar ruimte voor bieden. Het gaat bijvoorbeeld om Energy Service Companies (ESCO's), verbruiks- of productiecoöperaties, expertisecentra, en aggregatoren (organisaties die de vraag naar en het aanbod van energie uit lokale productie verzamelen en op de markt aanbieden).

- *Marktmodel*
  Het marktmodel voor warmteproductie en warmtelevering wordt op dit moment geëvalueerd. Op grond van de hiervoor beschreven uitdagingen wordt bezien of het marktmodel aangepast moet worden. In dat kader kijken we naar de gewenste verantwoordelijkheden van publieke en private partijen en naar de financiering van warmte-infrastructuur. In het geval van zogeheten gebonden klanten – klanten die niet kunnen kiezen uit meerdere leveranciers – zal bescherming door middel van tariefregulering echter nodig blijven.

  Verder komt er door de transitie naar een CO_2-arme warmtevoorziening een einde aan de dominantie van aardgas als energiebron. Hierdoor is het ook niet langer vanzelfsprekend dat gasverwarming als referentiepunt dient, zoals het geval is in de huidige warmtenet (het niet-meer-dan-anders principe). Dit gaat worden uitgewerkt in nieuwe regelgeving voor warmtelevering. Hiermee wordt een belangrijke randvoorwaarde voor de verdere ontwikkeling van concrete warmteprojecten ingevuld.

Verbindingen maken

De transitie van de warmtevraag is een complex proces – niet alleen vanwege de vele beschikbare opties, maar ook vanwege de vele betrokken partijen. Het organiseren van een effectief lokaal besluitvormingsproces is dan ook een eerste voorwaarde om dit te doen slagen. Gelukkig zijn er al veel voorbeelden van geslaagde lokale stakeholder-dialogen, zowel op het gebied van energie als op andere terreinen (zoals stads- en dorpsvernieuwing, herstructurering van bedrijventerreinen, klimaatadaptatie, riolering etcetera). De aanpak van zogeheten *smart energy cities* is een volgende stap (onderdeel van een Green Deal). Het transitieproces zal worden ondersteund door het uitwisselen van ervaringen op lokaal niveau, ondersteund door het Topconsortium Kennis en Innovatie 'Urban Energy'.

Van theorie naar praktijk
De energietransitie is een proces van 'al doende leren'. Technische en organisatorische opties zijn weliswaar grotendeels bekend, maar in de praktijk moet nog veel worden ontwikkeld. De Rijksoverheid kan daaraan bijdragen door het bieden van ruimte voor vernieuwing en experimenteerruimte.

Belastingmaatregelen
Een ander terrein waarop de Rijksoverheid de warmtetransitie kan ondersteunen, is het domein van de belastingen. Ondersteunend hieraan zouden de tarieven op aardgas en elektriciteit, gelet op de energie-inhoud en de CO_2-prestatie, meer in balans kunnen worden gebracht. Concreet betekent dat relatief meer energiebelasting op het gebruik van aardgas en daardoor relatief minder energiebelasting op het gebruik van elektriciteit. Om die reden is in het Belastingplan 2016 voorgesteld om het tarief voor aardgas te verhogen met circa 5 cent en het tarief voor elektriciteit te verlagen met circa 2 cent. Daarnaast kan extra stimulering middels een subsidie (SDE+) voor duurzame warmte het beoogde transitieproces op gang brengen.

4.3 Proceswarmte in de industrie

Inzet op vergaande verduurzaming

CO_2-reductie en concurrentiepositie

De beoogde CO_2-reductie maakt vergaande verduurzaming van de industrie noodzakelijk. Niet alleen omdat de industrie een grote uitstoter is van CO_2, maar ook om op lange termijn een goede concurrentiepositie te behouden en groei en werkgelegenheid te realiseren, zonder de negatieve effecten van CO_2-uitstoot.

Nieuwe markten, nieuwe kansen

Het is de verantwoordelijkheid van bedrijven zelf om deze transformatie te maken. Hiervoor moeten ze overgaan op efficiëntere en duurzamere processen en een andere aanvoer van energie. Er zullen nieuwe bedrijven en sectoren opkomen op basis van innovatieve technologie of nieuwe markten voor duurzame producten. Mogelijk zullen er bedrijven zijn die geen rol meer hebben in een duurzame economie en die zodoende zullen verdwijnen. De Nederlandse industrie is echter sterk en flexibel en is grotendeels in staat deze transitie door te maken.

Gebruik proceswarmte omlaag

Om de transitie naar duurzame proceswarmte te maken, moet het gebruik ervan sterk omlaag. Waar hoge temperatuur-warmte nog nodig is moet dat zo efficiënt mogelijk worden ingezet. De resterende warmtevraag moet zo veel mogelijk duurzaam opgewekt worden, enerzijds door de warmte op te wekken met hernieuwbare elektriciteit, anderzijds door inzet van biomassa bij zeer hoge temperaturen en geothermie bij middelhoge temperaturen. Resterende emissies kunnen opgeslagen worden in de ondergrond door middel van afvang en opslag van CO_2. Cascadering waarbij restwarmte van het ene bedrijf of proces elders wordt gebruikt kan hierbij ook een rol in spelen.

Onontgonnen gebied

Er is zeker perspectief voor vergaande verduurzaming van proceswarmte in de industrie. Maar tegelijkertijd zijn hier minder concrete plannen voor een CO_2-arme sector dan in andere sectoren. Deels komt dat doordat de benodigde technologie vaak nog niet beschikbaar is. Vandaar dat we in de rest van deze paragraaf proberen de transitie ook voor de industriële sector duidelijker in te vullen. Toch blijft het beeld minder gedetailleerd dan bij de andere drie energiefuncties. Dit onderstreept de uitdaging en het belang van een goede dialoog om ook de weg naar CO_2-arme proceswarmte in 2050 haalbaar en concreet te maken.

Duurzame industriële processen in 2050



Ministerie van Economische Zaken, januari 2016

Grote uitdaging Nederlandse industrie

Economisch belang zware industrie

De belangrijkste gebruikers van proceswarmte[60] zijn de metallurgische industrie, de chemische industrie, de raffinaderijen, de papierindustrie, de bouwmaterialenindustrie (beton, asfalt, glas) en de voedings- en genotsmiddelindustrie. Deze industriële sectoren vormen in Nederland een economische factor van betekenis. Er werken circa 500.000 mensen en er wordt een toegevoegde waarde van circa € 55 miljard tot € 65 miljard gegenereerd. De zware industrie in Nederland is goed voor circa 3% van het BNP[61].

Hoog energieverbruik

Binnen de industrie kent elke sector zijn eigen dynamiek. De chemie is met 60% de grootste energieverbruiker voor hoge temperatuurwarmte, gevolgd door de raffinaderijen[62]. Daarbij gaat het vaak om extreem hoge temperaturen (circa 1500°C). Daarnaast worden in de chemie veel fossiele brandstoffen als grondstof gebruikt. In de voedings- en genotsmiddelenindustrie is circa 50% van het energieverbruik voor warmte boven 100°C. Het verbruik blijft echter wel in het lagere segment van de hoge temperatuur warmte. De verschillende temperatuurniveaus van het warmtegebruik in de industrie worden getoond in figuur 4.2.

Vergaande CO_2-emissiereductie

In 2012 is circa 670 petajoule (ongeveer 25% van het Nederlandse totaal) aan primaire energie ingezet om hoge temperatuur warmte (≥100°C) te produceren, wat gepaard ging met een CO_2-emissie van 43 miljoen ton. Met gerichte inspanning is het mogelijk om het gebruik van hoge temperatuur-warmte in 2050 terug te brengen tot ordegrootte van 210-530 petajoule[63]. Deze warmte moet in 2050 CO_2-arm worden opgewekt. De resterende emissieruimte is heel beperkt en alleen beschikbaar voor de hoge temperatuurwarmte die het moeilijkst te verduurzamen is: processen waarbij zeer hoge temperaturen nodig zijn (>1600 °C), zoals de staalproductie.

Nieuwe technologieën

Het bewerkstelligen van een CO_2-arme industrie is een langdurige inspanning. Acties moeten tijdig worden ingezet. Door significante stappen op gebied van innovatie zou er in 2030 zicht moeten zijn op de technologie die nodig is om de 2050-doelen te halen. Vanaf dat moment kan deze technologie worden gedemonstreerd en uitgerold. Door de ervaring die opgedaan wordt, kan de nieuwe technologie zich verder ontwikkelen en meer betrouwbaar, betaalbaar en efficiënt worden. De basistechnologie moet echter in 2030 beschikbaar zijn om tijdig dit proces door te kunnen maken voor 2050.

60 In industriële processen wordt veel energie in de vorm van warmte gebruikt. De Rli refereert hier voornamelijk aan als hoge temperatuur warmte (≥100°C). In industriële processen wordt echter ook warmte van lagere temperatuur gebruikt. Daarom spreken we hier van proceswarmte.

61 ECN, 2015, Doorbreek de lock-in van het energiebeleid voor de zware industrie.

62 Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.

63 Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.

Energietransitie en internationale concurrentie

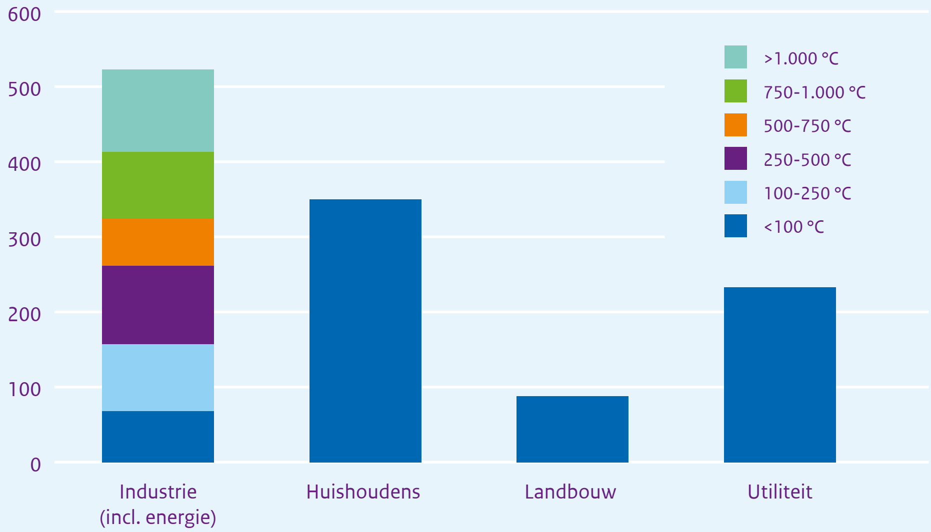
Nederland in mondiaal perspectief

Veel industriële sectoren die proceswarmte consumeren opereren en concurreren in een internationaal speelveld. Dat betekent dat prijzen veelal onder druk staan en dat investeringen in Nederlandse vestigingen concurreren met investeringen in het buitenland, waar energiekosten, arbeidskosten en milieuwetgeving anders zijn dan in Nederland. Dit is een extra uitdaging voor de transitie naar een CO_2-arme industrie, zeker als het om sectoren gaat waar wereldwijd een overcapaciteit is.

Versterken Nederlandse concurrentiepositie

Het is van belang om rekening te houden met deze Europese en mondiale context. Dit betekent echter niet dat het tempo waarin de mondiale industrie verandert leidend is. Nederland heeft zijn sterke industrie ontwikkeld en gehandhaafd door internationaal voorop te lopen. Voor industriële bedrijven met ambities op het gebied van technologische ontwikkeling en verduurzaming is Nederland een aantrekkelijk land om te investeren. Het kabinet wil deze positie versterken.

Figuur 4.2 *De verdeling van lage en hoge temperatuur warmtevraag naar temperatuur en sectoren in 2012 in Nederland*



Bron: CE Delft, 2014, Kansen voor warmte: het technisch potentieel voor warmtebesparing en hernieuwbare warmte – update van 200-200 in 2020

Aantrekkelijk vestigingsklimaat
De industrie heeft zich voor een deel in Nederland ontwikkeld door de beschikbaarheid van goedkope en betrouwbare energie en grondstoffen (aardgas), maar ook door andere belangrijke voordelen. We hebben een hoog opgeleide en productieve beroepsbevolking, een gunstige ligging ten opzichte van aanvoerroutes en afzetmarkten en een goed ontwikkelde infrastructuur. Ons klimaat is stabiel en ons onderwijssysteem van hoge kwaliteit. Dit vormt een uitstekende basis voor een gezonde en innovatieve industrie. Nederland heeft bijvoorbeeld een hoge concentratie van grootschalige maakindustrie, zodat clusters van bedrijven elkaar kunnen versterken, reststromen kunnen worden uitgewisseld en infrastructuur kan wordt gedeeld.

Goedkope energie niet meer vanzelfsprekend
In het verleden vormden de energieprijzen in Nederland een belangrijk voordeel voor de industrie om zich hier te vestigen. Industriële processen hebben zich ontwikkeld in een tijd dat er geen reden was om zuinig met energie om te gaan. De beschikbaarheid van goedkope energie in Nederland is nu echter niet meer vanzelfsprekend. De gemiddelde industriële energieprijs inclusief belastingen ligt in de Europese Unie anderhalf keer zo hoog als in China en twee keer zo hoog als in de Verenigde Staten en India[64]. Wanneer het concurrentievoordeel van een bedrijf voornamelijk voortkomt uit lage energieprijzen, dan ligt Europa – en dus ook Nederland – als productielocatie niet voor de hand. Het IEA schat in dat de regionale verschillen in de gas- en elektriciteitsprijzen substantieel zullen blijven.

Innovatieve verduurzaming als economische kracht
De Nederlandse industrie zal de internationale concurrentie moeten aangaan op basis van andere vestigingsvoordelen dan energieprijzen, zoals innovatiekracht. Nederland zet internationaal in op het evenredig beprijzen van CO_2-uitstoot. Maar ook met een evenredige beprijzing van CO_2 zullen er internationale prijsverschillen blijven bestaan. De afruil tussen een internationaal gelijk speelveld en voldoende stevige prikkels om de verduurzamingsslag te maken is een dilemma. Daarom is een dubbele inzet op nationale verduurzaming en internationaal CO_2-beleid zo belangrijk. De uitdaging is om van verduurzaming een economische kracht te maken en daar in het transitieproces rekening mee te houden.

Energietransitie als economische kans

Nederland als hoogwaardige kenniseconomie
De energietransitie die zich wereldwijd zal voltrekken, is een grote kans voor innovatieve industrie om nieuwe markten aan te boren en voorop te lopen. Economie en verduurzaming kunnen hand in hand gaan. De transitie zorgt bovendien voor een intensivering van economische activiteit en voor een toename aan hoogwaardige banen.

64 IEA, 2013, World Energy Outlook 2013.

Koplopersrol

De Nederlandse energie-intensieve industrie, waar proceswarmte wordt gebruikt, opereert grotendeels op de wereldmarkt en heeft te maken met internationale concurrentie. Nederland kan niet als eiland opereren in deze transitie. Daarom zetten we in op een sterker Emissiehandelssysteem (ETS) en het in mondiaal en Europees verband uitvoeren van het VN klimaatakkoord van december 2015.

Niet alle landen zullen een even snelle transitie doormaken, maar dat de hele wereld deze beweging gaat maken is een gegeven. Voor Nederland is dit een kans om onze technische knowhow en innovatief vermogen te benutten om een sterke economie te blijven. Die rol kunnen we niet vervullen door te volgen, maar vraagt juist om een koplopersrol in deze transitie.

Goed gepositioneerd

Naast de internationale inspanningen gaan we daarom ook nationaal beleid voeren richting een transitie van de proceswarmtevoorziening. De Rli laat verschillende scenario's zien waarbij in 2050 de hoge temperatuur warmte één van de energiefuncties kan zijn met de laagste CO_2-emissie. Er is voldoende potentieel. De Nederlandse industrie is ook goed gepositioneerd. Het innovatief vermogen is hoog en de Nederlandse industriële structuur leent zich goed voor nieuwe projecten. Dat wordt bijvoorbeeld geïllustreerd door de goede logistiek en de clustering van bedrijven, waardoor gemakkelijk kan worden samengewerkt en technologie en grondstoffen kunnen worden uitgewisseld.

Kansen voor een grote omslag liggen bijvoorbeeld in innovatieve en efficiëntere processen en toepassingen uit de biobased economie. Door over te stappen op biomassa als grondstof worden nieuwe (niche)markten aangeboord en kunnen industriële processen worden aangepast. Door middel van biotechnologie kunnen chemische producten vaak met behulp van lagere temperaturen worden geproduceerd dan op basis van fossiele grondstoffen. Dit biedt kansen om de productie zo energiezuinig mogelijk in te richten en om de optimale vorm van energietoevoer te kiezen.

Grote innovatie-opgave

Voor hoge temperatuur warmte ligt er een grote innovatie-opgave om de benodigde technologieën verder te brengen. Dat is ook de reden dat een trendbreuk in de CO_2-emissies voor hoge temperatuur relatief laat (na 2035) zichtbaar wordt in de transitiepaden die de Rli schetst. Om deze innovatieslag tijdig te kunnen maken, moet er nu actie worden ondernomen.

Technologische transformatie

Om te komen tot een duurzame proceswarmtevoorziening in 2050 is een technologische transformatie nodig en een versnelling van de huidige ontwikkelingen. De rest van deze paragraaf schetst diverse sporen waarlangs de industrie kan verduurzamen:

- efficiënter omgaan met energie
- slim gebruik van restwarmte
- elektrificatie en verduurzaming proceswarmte
- beschikbare technologie op korte termijn versneld inzetten
- op lange termijn inzetten op innovatie
- brede samenwerking en een faciliterende overheid

Efficiënter omgaan met energie

Alleen proceswarmte waar die echt nodig is

In het toekomstige energiesysteem willen we proceswarmte alleen inzetten waar dat noodzakelijk is. Het gebruik van stoom in processen waar een lagere temperatuur nu al volstaat zou in de toekomst niet meer mogen voorkomen. Waar mogelijk willen we processen zodanig inrichten zodat er minder of lagere temperatuur warmte nodig is. Een voorbeeld van een innovatieve technologie die dit in de praktijk brengt is pervaporatie, waarbij membraanscheiding en verdamping worden gecombineerd. Dat is bijvoorbeeld toepasbaar bij recycling en in chemische processen.

Voorzichtig begin

Veel inspanningen die al worden geleverd, betreffen relatief kleine verbeterslagen ten opzichte van de opgave waar we voor staan. Als er ook grotere stappen gezet worden, kan volgens de meeste studies tot circa 50% efficiëntieverbetering gerealiseerd worden[65]. Daarvoor is het nodig dat industriële processen heel anders worden ingericht. In veel gevallen zullen fabrieken en installaties vrijwel geheel vernieuwd moeten worden.

Slim gebruik restwarmte

Hoog besparingspotentieel restwarmte

Benutting van restwarmte, zeker als dat in de vorm van stoom aan andere industriële partijen kan worden geleverd, levert een enorme verbeterslag op. Nederland heeft daarvoor een goede uitgangspositie door de sterke clusters van industriële activiteiten. Daarvoor moet meer aandacht komen in het ruimtelijk beleid. We willen stimuleren dat bedrijven zich vestigen op plaatsen waar deze bedrijven gezien hun energie-profiel het beste passen en een aanvulling of ontbrekende schakel in de energie-keten vormen voor de overige bedrijven/functies in dat gebied.

Uitwisseling van restwarmte

De vraag naar proceswarmte die overblijft kan grotendeels worden verduurzaamd. In het algemeen geldt dat hoe hoger de temperatuur is, hoe lastiger het is om te verduurzamen.

65 PBL en ECN, 2011, Naar een schone economie: routes verkend.

Ongeveer 6% (40 petajoule) van de warmtevraag in de industrie betreft temperaturen onder de 100°C. Deze warmte wordt ingezet bij processen zoals koken, drogen, indampen en bakken in de voedings- en genotsmiddelenindustrie.
Voor de lage temperatuur warmtevraag is het verhogen van de energie-efficiëntie van processen de eerste stap. De resterende warmte kan deels ingevuld worden door restwarmte uit processen die op hogere temperatuur plaatsvinden. Er zijn veel kansen voor dit soort uitwisselingen in Nederland, omdat de industrie geografisch geclusterd is en vraag en aanbod van restwarmte vaak dicht bij elkaar te vinden zijn.

Elektrificatie en verduurzaming proceswarmte

Lage temperatuurwarmte (< 100°C): elektrificatie
De restvraag naar proceswarmte die overblijft na energiebesparende maatregelen moet zo duurzaam mogelijk geproduceerd worden. Zo kan lage temperatuurwarmte in de industrie goed geëlektrificeerd worden door gebruik te maken van warmtepompen. Hierbij wordt de omgevingswarmte door middel van druk in temperatuur verhoogd, een relatief efficiënte vorm van verwarming. De gebruikte elektriciteit kan door hernieuwbare bronnen, zoals wind en zonne-energie worden opgewekt. Omdat warmte tijdelijk kan worden opgeslagen en bepaalde processen kunnen worden aangepast aan het aanbod van elektriciteit, kan de industrie hierdoor ook flexibiliteit leveren in gevallen dat er relatief veel of weinig elektriciteit beschikbaar is. Dit is niet alleen aantrekkelijk voor de elektriciteitssector, maar ook voor de industrie zelf, omdat de energiekosten daardoor gedrukt worden. Ten slotte zijn er nog duurzame opties die direct warmte leveren, zoals geothermie.

Middelhoge temperatuurwarmte (100-200°C): diepe geothermie
Circa 31% van de industriële warmtevraag in Nederland betreft warmte tussen de 100°C en 200°C die gebruikt wordt voor scheidingsprocessen zoals indampen, drogen of destillatie of voor het opwarmen van processtoffen. De warmtevraag in deze temperatuurrange kan vrijwel geheel door diepe geothermie worden opgewekt[66]. Er is nog zeer weinig ervaring met deze vorm van warmtelevering en de komende tijd zijn demonstratieprojecten nodig om ervaring op te doen, voor een grootschaligere uitrol richting 2050. Daarnaast ligt er ook een kans voor het opwekken van warmte door middel van waterstof en hernieuwbare elektriciteit. Het is nu technisch mogelijk om dat tot temperaturen van 600°C te doen.

Hoge temperatuurwarmte (> 200°C): verbranding biomassa
Warmte boven de 200°C (dit loopt op tot wel 1600°C) wordt gebruikt voor conversieprocessen zoals het kraken, het aandrijven van reactoren en het stoken van ovens voor de productie van staal, glas, keramiek etc. Voor de verduurzaming van het grootste deel van deze warmtevraag, die nu door middel van aardgas wordt opgewekt, is de verbranding van biomassa (bij voorkeur restproducten van de biomassa die is ingezet als grondstof) geschikt.

66 IF Technology en ECN, 2014, Kansen voor diepe geothermie bij industriële processen.

Zeer hoge temperatuurwarmte (> 1600°C): beperkte mogelijkheden
Een klein deel van de warmtevraag, met zeer hoge temperaturen, wordt nu opgewekt door middel van kolen. Hier is het verduurzamingspotentieel beperkt. Op termijn kunnen biokolen (getorrificeerd hout) hierin mogelijk een rol spelen. Daarnaast kan de afvang, opslag en eventueel benutting van CO_2 (CCS) tijdelijk een belangrijke rol spelen om de emissies uit deze processen te reduceren.

Systeeminnovaties industrie

Naast het verduurzamen van proceswarmte (circa 73% van de energiebehoefte van de energie-intensieve industrie volgens de Rli) zijn er meer mogelijkheden voor CO_2-reductie in de energie-intensieve industrie. De industrie gebruikt fossiele brandstoffen ook als grondstof. Volgens het principe van de biobased economie kan een aanzienlijk deel van de fossiele grondstoffen vervangen worden door biomassa. Plastic, dat traditioneel uit olie wordt geproduceerd, kan bijvoorbeeld al uit biomassa worden gemaakt. Met name in de chemische sector is hiervoor een groot potentieel. Voor dit soort ontwikkelingen zijn nieuwe industriële processen nodig. Dit biedt tegelijkertijd de kans om processen zo energie-efficiënt mogelijk in te richten. Voor biobased processen zijn bijvoorbeeld vaak minder hoge temperaturen noodzakelijk.
De energie-intensieve industrie kan ook een rol spelen in de verduurzaming verderop in de keten. Denk aan materialen waardoor de uitstoot tijdens transport, gebruik of recycling lager worden. De verduurzaming van grondstoffen en materialen is naast de verduurzaming van de energievoorziening heel belangrijk voor het halen van de Europese doelen voor de reductie van broeikasgasemissies. Hoewel dit geen onderwerp is van dit rapport, dat gericht is op de energievoorziening, is het belangrijk dat ook hier stappen gezet worden om CO_2-emissies te reduceren. Het kabinet zal hier binnenkort op ingaan in de “Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030”.

Korte termijn: beschikbare technologie versneld inzetten

Verbeteren van ETS
Het is belangrijk dat er een transitiepad wordt bepaald met duidelijke tussendoelen voor de periode van nu tot 2050. Bedrijven weten dan waar ze zich op kunnen richten en kunnen tijdig inspanningen verrichten om de doelen te halen. Het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) is daar op gericht, maar heeft op dit moment nog onvoldoende effect. De inzet van Nederland is om de effectiviteit van het ETS te verbeteren. Zolang de prikkel van het ETS echter niet overeenkomt met de Nederlandse ambities is aanvullend beleid nodig, dat zich richt op benutting van beschikbare technologie en op grote innovatiestappen.

Snel aan de slag met energiebesparing
In het transitiepad is het van belang dat de beschikbare technologie zo snel mogelijk wordt toegepast. Met name op het gebied van energiebesparing is zo al een belangrijke slag te slaan. De Rli geeft aan dat die slag gemaakt kan worden met strenger energiebesparingsbeleid. De Rli roept op om afspraken meer te koppelen aan afrekenbaarheid en sancties. Dat past ook bij de eigen verantwoordelijkheid die de industrie heeft.

Dit betekent dat er concrete actie nodig is om technologie te implementeren en dat door een intensivering van het huidige beleid energiebesparing minder vrijblijvend moet worden gemaakt. Vaak worden maatregelen niet genomen omdat ze een te laag financieel rendement hebben. Voor een substantieel deel gaat het echter om maatregelen die een veel hoger financieel rendement hebben dan bijvoorbeeld maatregelen in de gebouwde omgeving, met terugverdientijden onder de vijf jaar.

Met de verstevigde aanpak van het MEE- en MJA3-convenant, waarmee industrie en overheid afspraken maken over te realiseren energiebesparing, is al een stap gezet om beschikbare energiebesparingsmaatregelen minder vrijblijvend te maken. Het is nu tijd om een volgende, minder vrijblijvende stap te zetten. Hierbij moet worden ingezet op financiële prikkels en normerende regelgeving.

Lange termijn: innovatie

Nu beginnen met innoveren
Voor de lange termijn is het nodig om een forse innovatie-inspanning te leveren tot 2030, zodat doorbraaktechnologieën tussen 2030 en 2050 uitgerold kunnen worden. Er zijn grote veranderingen nodig die veelal gepaard zullen gaan met het volledig opnieuw vormgeven van technologische processen. De technologie daarvoor is vaak nog niet beschikbaar.

Innovatieagenda
Bij het stimuleren en aanjagen van innovatie kan de overheid een belangrijke rol spelen, maar het vraagt ook inspanning en durf bij bedrijven om nieuwe technieken uit te testen. In de dialoog gaan we het gesprek aan over het benodigde instrumentarium en waarborging van voldoende inspanning. Samen stellen we een doelgerichte innovatieagenda op.

Samenspel overheid-bedrijfsleven
Voor demonstratieprojecten moet er vanuit de overheid voldoende ondersteuning en aandacht zijn voor de bedrijfsmatige risico’s waarmee innovatieve projecten gepaard gaan. Daarnaast is het belangrijk dat bedrijven ook na de eerste demonstratie door kunnen gaan met opschaling en ervaring opdoen met nieuwe technologie.

Ook kansen op de middellange termijn
Op andere deelgebieden kunnen ook op de middellange termijn stappen gezet worden. Het lozen van warmte, bijvoorbeeld op het oppervlaktewater, moet sterk afnemen en op termijn niet meer voorkomen. Er zijn voldoende mogelijkheden om restwarmte te vermijden of te leveren aan een andere partij. Het vermijden of nuttig gebruiken van restwarmte moet de standaard worden. Het is belangrijk dat we ook andere deelpaden identificeren waarop gericht gestuurd kan worden. Hierover gaan we het gesprek aan in de energiedialoog. Daarbij valt bijvoorbeeld te denken aan een uitfasering van verouderde installaties of de eerder genoemde elektrificatie van een deel van de hoge temperatuur warmtevraag.

Innovatieve projecten in de industrie:

- Empyro (BTG, Hengelo) produceert pyrolyse-olie uit biomassa (houtresten). De stoom en elektriciteit die daarbij worden opgewekt worden ook weer nuttig gebruikt. De pyrolyse-olie wordt nu vooral door Friesland Campina gebruikt voor energiedoeleinden, maar er wordt ook gewerkt aan opwerking tot biobrandstof en grondstof voor de chemie.
- Tata Steel werkt aan de veelbelovende doorbraaktechnologie ‘HIsarna’. Het is een geheel nieuwe manier van ijzer maken en leidt tot 20% lager energieverbruik, 20% lager CO_2-emissie én beter grondstoffengebruik.
- De papierindustrie zet in op DES: het huidige proces om papierpulp om te zetten in cellulose, lignine en hemicellulose vereist hoge temperaturen, hoge druk en zware chemicaliën en dus veel energie. De TU Eindhoven werkt aan het scheiden van pulp door oplosmiddelen met de daar ontwikkelde Deep Eutectic Solvents (DES). Deze werken bij lage temperatuur en onder atmosferische druk. Daarnaast zijn ze hernieuwbaar, biologisch afbreekbaar en kostenefficiënt.

Brede samenwerking, faciliterende overheid

Eigen verantwoordelijkheid industrie
De verduurzaming van proceswarmte vraagt veel van industrieel Nederland. Het kan zelfs zijn dat bepaalde bedrijven in de toekomst geen rol meer hebben in een duurzame economie en zullen verdwijnen. Dit maakt duidelijk dat het voor deze sectoren van belang is om de transitie te maken. Zij hebben een eigen verantwoordelijkheid als het gaat om hun ecologische voetafdruk. Van veel sectoren zijn er al routekaarten opgesteld. Dit zou echter meer gekoppeld moeten worden aan afrekenbaarheid en sancties[67].

Ambities opschroeven
Als het gaat om incrementele stappen met beschikbare technologie verwachten we van bedrijven dat zij deze verantwoordelijkheid nemen. Veel bedrijven doen dat al met succes, maar er blijven nog te veel goede projecten op de plank liggen doordat er andere

67 Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.

prioriteiten worden gesteld binnen het bedrijf of de interne rendementseisen te hoog liggen. Een toekomstbestendige industrie is een industrie waar de ambities op het gebied van verduurzaming hoog liggen en waar ook concrete acties aan deze ambitie verbonden worden.

Bedrijven – wetenschap – overheid
Tegelijkertijd zijn er ook grote ingrijpende stappen nodig om de verduurzamingsslag te maken op het gebied van innovatie. Ook hier moet de echte ontwikkeling vanuit de bedrijven komen. Wetenschappers en onderzoekers zorgen voor een belangrijke toevoer van nieuwe technologie. Voor bedrijven die dagelijks met stevige concurrentie uit de hele wereld te maken hebben, is het echter niet altijd mogelijk om die stappen te zetten, ook al is het op de lange termijn beter. Daar kunnen overheid en bedrijfsleven samen optrekken om deze projecten te realiseren. De overheid kan een faciliterende rol spelen. In het topsectorenbeleid komt die driehoek van bedrijven, wetenschap en overheid samen om innovatie verder te brengen.

Regelgeving en randvoorwaarden
De overheid heeft de rol om kaders te stellen. Dat betekent dat doelen afdwingbaar worden en dat er randvoorwaarden gesteld kunnen worden, bijvoorbeeld via milieuregels. Daarnaast is er een faciliterende rol als het gaat om vergaande innovatieve maatregelen en ruimte maken in regelgeving voor bijvoorbeeld het uittesten van innovaties.

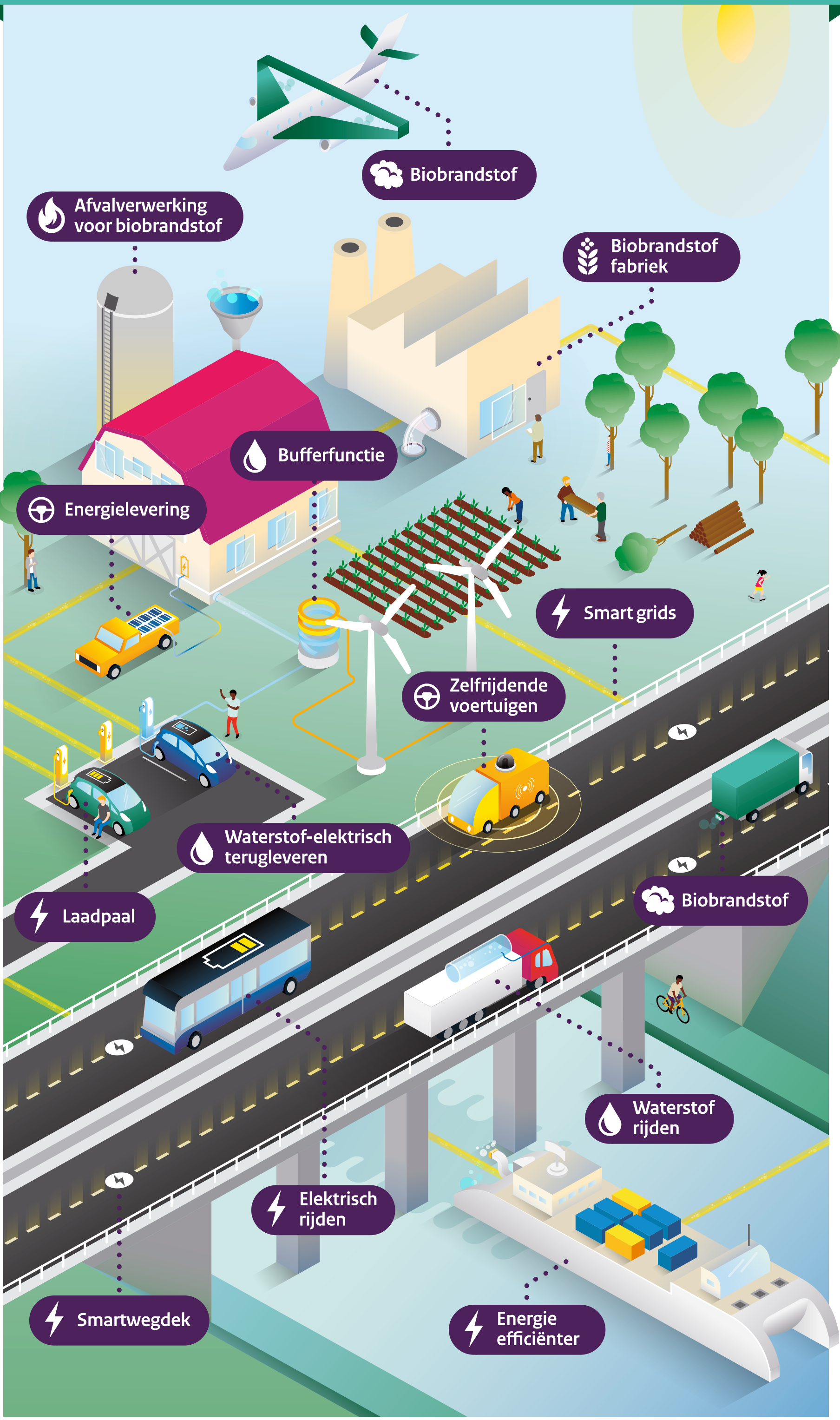
4.4 Vervoer

Vergaande energietransitie in de vervoersector

Daling CO_2-emissie met 60%
De transitie naar een betrouwbare, betaalbare en duurzame vervoersector vraagt om zowel besparing als om andere voertuigen en andere energiedragers. Voor 2050 is de ambitie een minstens 60% lagere CO_2-emissie dan in 1990. Besparing door zuiniger gedrag, slimmere organisatie en technische verbeteringen vormen de basis voor de verduurzaming van vervoer. De diversiteit aan vervoersvormen vraagt daarnaast om verschillende additionele verduurzamingsroutes.

Overstap naar elektriciteit en biobrandstof
Personenvervoer en korte-afstand-vrachtverkeer zullen in de toekomst overschakelen op elektrische aandrijflijnen (batterijvoertuigen op elektriciteit en voertuigen met een waterstof-brandstofcel). Voor zwaarder langeafstandsvervoer over de weg, over water en door de lucht lenen elektrische aandrijflijnen zich vooralsnog niet. Daar zullen fossiele brandstoffen worden vervangen door biobrandstoffen en (bio)LNG. Deze transitie biedt kansen voor Nederlandse bedrijven die investeren in de verduurzaming van de vervoersector. Hierbij zet Nederland in op strenge Europese normen voor CO_2-emissies voor wegvervoer en pleit voor soortgelijke normen voor internationale scheepvaart en luchtvaart. Daarnaast zet Nederland zich in voor scherpe (alternatieve) brandstofkwali-

Verplaatsing van onszelf & goederen in 2050



Ministerie van Economische Zaken, januari 2016

teitseisen alsmede het continueren van het aandeel hernieuwbare energie in transport ook na 2020.

Op naar een duurzame vervoerssector
In de Duurzame Brandstofvisie uit 2014 en de bijbehorende actie-agenda zijn de benodigde eerste stappen richting een duurzame vervoersector al uitgewerkt[68]. Deze visie en actie-agenda zijn adaptief opgezet en met betrokkenheid van vele organisaties tot stand gekomen. Deze werkwijze wordt de komende jaren gecontinueerd. Daarbij wordt rekening gehouden met de internationale dimensie en zal de aanpak waar nodig met buurlanden worden afgestemd. Decentrale overheden spelen een belangrijke rol bij het realiseren van projecten en initiatieven, bijvoorbeeld rond laadinfrastructuur en bij het openbaar aanbesteden van vervoersconcessies.

Transitie, kansen en spelers
Hieronder volgt eerst een beschrijving van de vervoersector en de uitdagingen waar die voor staat. Daarna volgt een schets van de drie transitiepaden: energiebesparing, elektrificatie, en de overstap naar biobrandstoffen. De paragraaf sluit af met een overzicht van de kansen en hoofdrolspelers bij deze transitie.

Vervoer als economische levensader

Nederland is toegangspoort
Nederland is mede door zijn geografische ligging een toegangspoort tot Noordwest-Europa. Vervoer van goederen en personen vormt daarmee niet alleen een essentieel onderdeel van onze binnenlandse economie, maar ook van onze import en export. De vervoersector is zeer divers, met vervoer over land, water en door de lucht, van zowel personen als goederen.

Veelzijdige sector
Vervoer voorziet in een verscheidenheid aan behoeften waaronder vervoer van grondstoffen en producten, woon- en werkverkeer, en vervoer in onze vrije tijd. Deze verscheidenheid aan behoeften heeft tot gevolg dat vervoer plaatsvindt over zowel korte, middellange als lange afstanden; van vervoer binnen woonkernen (bijvoorbeeld naar school, boodschappen doen), binnen Nederland (distributie van levensmiddelen) en over landsgrenzen (vakanties, import en export van grondstoffen en producten). Zonder al deze vormen van vervoer zou onze economie letterlijk en figuurlijk tot stilstand komen.

Primaire rol wegvervoer
Binnen Nederland vindt het meeste vervoer plaats over de weg. Van het personenvervoer in Nederland vindt - op kilometerbasis gerekend - circa driekwart plaats per personenauto, ruim 10% met het openbaar vervoer en ook ruim 10% met de (snor)fiets en lopend. De hoeveelheid goederen die wordt geïmporteerd is ongeveer even groot als de hoeveelheid goederen die binnen Nederland wordt getransporteerd, de hoeveelheid geëxpor-

68 Kamerstuk 30 196, nr. 353.

teerde goederen is een kwart lager. Een groot deel van de goederen wordt over de weg en over het water vervoerd. Ongeveer 2% van het goederenvervoer gaat via het spoor en minder dan 1% gaat via de lucht. Daarnaast wordt circa 20% van de geëxporteerde goederenstroom per pijpleiding getransporteerd[69].

95% energieverbruik naar wegverkeer

Het gebruik van transportbrandstoffen in Nederland vraagt een primair energieverbruik van circa 500 petajoule per jaar[70]. Ruim 95% hiervan wordt ingezet in het wegverkeer. Daarnaast wordt in Nederland een ongeveer even grote hoeveelheid transportbrandstoffen in de vorm van lichte en zware stookolie geleverd aan de zeevaart, en wordt een hoeveelheid kerosine van circa 150 petajoule per jaar geleverd ten behoeve van de internationale luchtvaart[71].

Vervoer en CO_2-emissie

20% van alle CO_2-emissie door vervoer

Vervoer draagt bijna voor een kwart bij aan de totale Nederlandse energie-gerelateerde CO_2-emissies en voor 20% aan de totale Nederlandse broeikasgasemissies. De CO_2-emissies van de Nederlandse vervoersector zijn tussen 1990 en 2005 toegenomen van 30,5 naar 38 megaton CO_2, en zijn sindsdien nagenoeg stabiel om in de laatste twee jaren licht te dalen[72]. Van deze CO_2-emissies wordt iets meer dan de helft veroorzaakt door personenvervoer over de weg en iets meer dan een kwart door vrachtverkeer. Binnenvaart, visserij en scheepvaart op de Nederlandse continentale wateren veroorzaken gezamenlijk bijna 20% van de CO_2–emissies van de Nederlandse vervoersector[73].

Trends van CO_2-emissies

Verwacht wordt dat het energieverbruik en de CO_2-emissies van de Nederlandse vervoerssector tot 2030 licht zullen dalen. Hierbij zijn de trends voor vracht- en personenverkeer verschillend. Voor vrachtvervoer wordt tussen nu en 2030 een lichte stijging van het energieverbruik en een stabilisatie van de CO_2-emissies verwacht. Voor personenvervoer wordt verwacht dat – ondanks een toename van het verkeersvolume – het energieverbruik en de CO_2-emissies tot 2030 zullen dalen[74]. Dit is een gevolg van Europese CO_2-normering en fiscale stimulering van voertuigen met een lage CO_2-uitstoot. De Europese CO_2-normering bestaat uit door (voertuig)fabrikanten gemiddeld te realiseren emissienormen.

69 CBS, 2015, Transport en mobiliteit.
70 Rli, 2015, Rijk zonder CO_2.
71 CBS Statline, tabel “Motorbrandstoffen voor vervoer; afzet in petajoule, gewicht en volume”.
72 CBS, 2015, Transport en mobiliteit.
73 CBS Statline, tabel “Feitelijke emissies naar lucht door mobiele bronnen”.
74 ECN en PBL, 2015, Nationale Energieverkenning 2015.

Relatief beperkte mogelijkheden voor verduurzaming

Vanwege de significante bijdrage van vervoer aan de totale CO_2-emissies is een duurzame energievoorziening niet mogelijk zonder verduurzaming van vervoer. Van de vier in dit hoofdstuk genoemde energiefuncties is vervoer het sterkst afhankelijk van energiedragers met een hoge energiedichtheid. Hierdoor is het aantal mogelijkheden voor verduurzaming van de vervoersector relatief klein ten opzichte van andere sectoren. Met name in het zware deel van de vervoersector zullen ook in 2050 mogelijk nog fossiele energiedragers worden ingezet.

Afspraken Energieakkoord

In het Energieakkoord voor duurzame groei van september 2013 zijn voor de vervoersector de volgende afspraken gemaakt: de uitstoot van CO_2 in de vervoersector moet in 2030 met 17% (t.o.v. 1990) zijn afgenomen tot maximaal 25 megaton en moet in 2050 verder zijn afgenomen tot maximaal 12 megaton, overeenkomstig de Europese ambitie om in 2050 de CO_2-emissies van de vervoersector met minimaal 60% te reduceren ten opzichte van 1990[75]. De Nederlandse overheid omarmt deze ambities die in een brede dialoog tussen betrokken partijen tot stand zijn gekomen. De ambitie voor het jaar 2050 is ook in lijn met de door de Rli geschetste uitdaging om in 2050 in de energiebehoefte van transport en mobiliteit te voorzien met 7 tot maximaal 15 megaton CO_2-emissie.

Diversiteit vervoer neemt toe

Veranderende manier van werken en consumeren

In de komende decennia zullen verschuivingen in de Nederlandse vervoersbewegingen gaan optreden. Zo leiden een toename van flexibel werken en thuiswerken, de opkomst van 3D-printen en een toename van het aantal deelauto's mogelijk tot minder vervoersbewegingen. Andere ontwikkelingen daarentegen, zoals het thuis bezorgen van aankopen via internet, zorgen voor een toename van vervoer. De consequenties voor het totale volume aan vervoer over de langere termijn zijn ongewis. Een toename van de diversiteit aan vervoersvormen en -diensten lijkt echter een gegeven.

Verschuiving energiedragers

Ook internationale ontwikkelingen in de energievoorziening zijn van belang voor de Nederlandse vervoerssector. Aardolie uit conventionele bronnen wordt schaarser, zodat richting 2030 olie uit onconventionele bronnen belangrijker wordt voor de leveringszekerheid, hetgeen naar verwachting zal leiden tot stijgende olieprijzen[76]. Een toekomstige betrouwbare en betaalbare voorziening van transportbrandstoffen is daarom gebaat bij diversificatie van energiedragers in vervoer, bijvoorbeeld door middel van de inzet van elektriciteit, waterstof, biobrandstoffen en aardgas.

75 Europese Commissie, 2014, Witboek over transport, COM(2011) 144.

76 ECN en PBL, 2015, Nationale Energieverkenning 2015.

Transitie: energiebesparing

Duurzame brandstoffen én energiebesparing

Elektriciteit en waterstof zijn niet in alle vervoersmodaliteiten inzetbaar, en de beschikbaarheid van duurzame biobrandstoffen is mogelijk beperkt. Besparing is daarmee cruciaal om tot verduurzaming van de vervoersector te komen en om op de lange termijn leveringszekerheid en betaalbaarheid te garanderen. In het Energieakkoord is de bijdrage van vervoer aan het energiebesparingsdoel in 2020 gekwantificeerd. Ook na 2020 is verdere besparing in de vervoersector mogelijk.

Zuiniger rijden en slimmer organiseren

Besparing kent twee vormen: de eerste is zuiniger rijden en slimmer organiseren. De tweede is technologische verbetering. Een significante besparing op brandstofgebruik kan worden behaald door zuiniger te rijden en door vervoer slimmer te organiseren. Zuiniger rijden is mogelijk door bijvoorbeeld autobanden op spanning te houden en door een zuinige rijstijl toe te passen (het Nieuwe Rijden). Het verkeer kan ook slimmer plaatsvinden door voor andere momenten van autogebruik of voor gedeeld autogebruik te kiezen. Ook kan vervoer slimmer worden georganiseerd door bijvoorbeeld bestaande infrastructuur en mobiliteit efficiënter te benutten en door de beladingsgraad bij goederenvervoer te verbeteren. Tot slot kan de inzet van meerdere vervoersmodaliteiten in de totale logistieke vervoersketen leiden tot brandstofbesparingen.

Technologische ontwikkelingen

Door technische verbeteringen en innovaties, zoals verminderen van (lucht)weerstand, toepassen van lichtgewicht materialen en efficiëntere motoren zullen voertuigen nog vele tientallen procenten efficiënter worden. Dit geldt zowel voor vervoer over de weg als voor vervoer over water en door de lucht. De ontwikkeling naar smart mobility (meer IT toepassingen, zelfsturende voertuigen) leidt daarnaast tot betere doorstroming en minder brandstofverbruik.

Innovaties afdwingen

Deze verbeteringen en innovaties kunnen worden afgedwongen door internationale afspraken, zoals Europese CO_2-normen voor wegverkeer, internationale scheepvaart normen via de International Maritime Organization (IMO) en normen voor de luchtvaart via de International Civil Aviation Organization (ICAO). Europese CO_2-normen gelden momenteel voor personen- en bestelauto's en zullen in de nabije toekomst naar verwachting worden ingevoerd voor vrachtverkeer. Een strenge norm stimuleert innovatie en creëert een vraag naar verduurzaming van vervoer vanuit de markt.

Besparing als eerste stap

Met besparing alleen lukt het echter niet om de vervoersector zodanig te verduurzamen dat de ambities uit het Energieakkoord worden gehaald. In algemene zin kan daarmee worden geconcludeerd dat de combinatie van huidige verbrandingsmotoren met fossiele brandstoffen niet toekomstbestendig is. Reducties van CO_2-emissies door vervoer die verder gaan dan enkele tientallen procenten zijn namelijk alleen mogelijk door verande-

ring van voertuigen of door over te stappen op andere energiedragers, waaronder elektrificatie.

Transitie: elektrisch vervoer

Hoge verwachtingen

Een belangrijke bijdrage wordt verwacht van elektrificatie van voertuigen. Nederland is bij uitstek geschikt voor een snelle omschakeling naar elektrisch vervoer vanwege de relatief geringe transportafstanden en vanwege de innovatiekracht van Nederlandse bedrijven. Elektrische aandrijving leent zich in het bijzonder voor kleinere voertuigen (personen-auto's) en voor vervoer over relatief korte afstanden (bussen, licht goederenvervoer). Mogelijk kunnen voor zwaar wegvervoer in de stedelijke omgeving ook elektrisch aangedreven voertuigen ingezet worden.

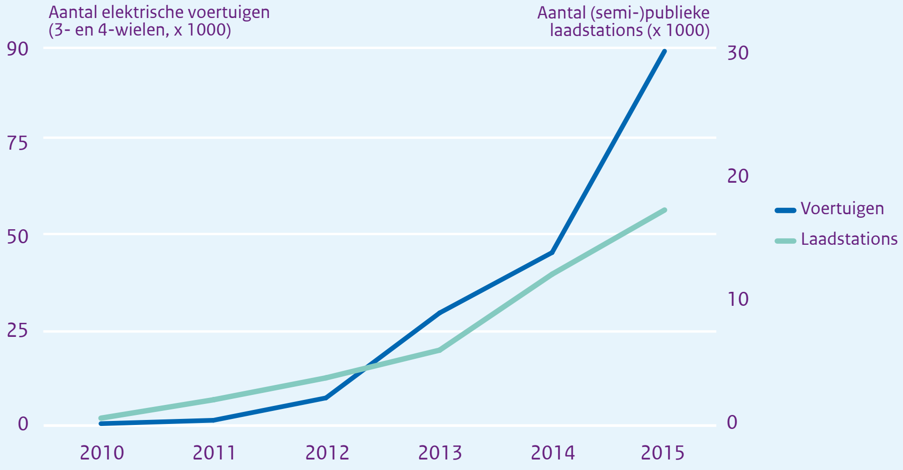
Vormen van elektrificatie

De toepassing van waterstof in elektrisch rijden vergroot de mogelijkheden qua afstanden en vervoerd gewicht. De ontwikkeling van elektrisch aangedreven voertuigen in de vorm van batterijvoertuigen (op elektriciteit) en brandstofcelvoertuigen (op waterstof, de brandstofcel zet de waterstof om in elektriciteit) gaat snel.

Elektrische infrastructuur

Ook dalen de kosten voor accu's gestaag en stijgt het aantal in Nederland verkochte voertuigen en geïnstalleerde laadstations snel. Zo groeide de afgelopen vijf jaar in

Figuur 4.3 *Elektrische voertuigen en laadstations in Nederland, 2010-2015**



* *"Cijfers elektrisch vervoer" van RVO, http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers, geraadpleegd op 13 januari 2016.*

Nederland het aantal elektrische voertuigen en (semi)publieke laadstations voor elektrische voertuigen sterk. Het aantal elektrische voertuigen bedraagt eind 2015 bijna 1% van het totale Nederlandse motorvoertuigenpark (figuur 4.3).

Personenauto's CO_2-emissievrij

Een langetermijnperspectief uit het Energieakkoord is dat, via een ingroeimodel met tussendoelen, vanaf 2035 alle nieuw verkochte personenauto's in staat zijn om CO_2-emissievrij te rijden. In 2050 moet dat gelden voor alle personenauto's. CO_2-emissievrije voertuigen zijn (op dit moment) voertuigen die elektrisch worden aangedreven via een batterij of een brandstofcel. Deze voertuigen stoten bij gebruik geen CO_2 uit en veroorzaken geen of minder emissies van andere milieuvervuilende stoffen zoals NOx en fijn stof.

Verschuiving en vermindering van uitstoot

Bij de productie van de elektriciteit of waterstof wordt wel CO_2 geproduceerd. Per verreden kilometer leiden voertuigen met een elektrische aandrijving in de hele keten beschouwd echter tot minder uitgestoten CO_2 dan voertuigen op fossiele brandstoffen (benzine, diesel, autogas, LPG). Dit CO_2-voordeel zal in de toekomst verder groeien als de productie van de energiedragers elektriciteit en waterstof verder wordt verduurzaamd. Elektrische voertuigen zijn even veilig als conventionele voertuigen[77].

Dalende kosten elektrisch rijden

De aanschafkosten van elektrisch aangedreven voertuigen zijn nog hoog, maar dalen als gevolg van verdere innovatie en schaalvergroting. Voorbeelden hiervan zijn het verder verlagen van de kosten van batterijpakketten en brandstofcellen voor voertuigen met elektrische aandrijflijnen, en het verder ontwikkelen van waterstoftechnologie en -infrastructuur. Dit is een internationale ontwikkeling die er in het komende decennium toe kan leiden dat de Total Cost of Ownership van batterij-elektrische voertuigen lager wordt dan die voor benzine- en dieselauto's.

Transitie: biobrandstoffen

Biobrandstoffen goed alternatief

Voor langeafstandsvervoer over de weg, op het water en door de lucht is volledig elektrische aandrijving vooralsnog minder geschikt. Voor dit vervoer zullen – naast verdergaande besparing – andere energiedragers worden ingezet. Vloeibare biobrandstoffen en (bio-)LNG zijn het meest geschikt voor langeafstandswegvervoer en de scheepvaart. Biokerosine is de duurzame energiedrager voor de luchtvaart. Daarnaast vormen biobrandstoffen een overbruggingsoptie voor vervoer over kortere afstanden, in de aanloop naar elektrificatie.

Innovatie en ondersteunend beleid

Toekomstige groei van de bij vervoer ingezette hoeveelheden biobrandstoffen inclusief bio-LNG en biokerosine vraagt naast innovatie om sturing. Met innovatie worden

[77] TNO, 2015, Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen.

productieprocessen verder ontwikkeld en kosteneffectiever gemaakt. Sturing is nodig omdat biobrandstoffen vooralsnog duurder zijn dan de fossiele brandstoffen die ze vervangen. Deze innovatie en sturing worden onder andere via de actie-agenda bij de Duurzame Brandstofvisie verder ter hand genomen.

Synthetische brandstoffen
Waar mogelijk zal voor innovatie een beroep worden gedaan op Europese fondsen voor (co)financiering. De aandacht gaat hierbij vooral uit naar ontwikkeling en marktintroductie van geavanceerde biobrandstoffen en de ontwikkeling van nieuwe productieroutes voor hernieuwbare brandstoffen. Een voorbeeld hiervan is de productie van zogeheten 'synthetisch aardgas' en 'synthetische diesel' uit biomassa met synthesegas als tussenstap. Ook zouden deze brandstoffen kunnen worden geproduceerd uit elektriciteit plus elders afgevangen CO_2 (zie ook de tekstbox 'Power-to-X' in hoofdstuk 5).

Beschikbaarheid biomassa
Bij een toenemende vraag naar biobrandstoffen, inclusief bio-LNG en biokerosine, dient rekening te worden gehouden met de beschikbaarheid van biomassa. Is er voldoende biomassa beschikbaar voor de productie van de benodigde hoeveelheden biobrandstoffen, rekening houdende met de vraag naar biomassa voor andere toepassingen? Daarbij is van groot belang dat de biomassa-productieketens duurzaam worden opgezet en dat de duurzaamheid van biomassa-productieketens wordt geborgd op basis van heldere en bij voorkeur internationaal geldende duurzaamheidscriteria.

Importafhankelijkheid
Grondstoffen voor grootschalige productie van biobrandstoffen en bio-LNG zullen grotendeels moeten worden geïmporteerd. De beschikbaarheid van deze grondstoffen hangt daarmee ook samen met het energiebeleid van andere landen. Zo wordt op dit moment voor de productie van biobrandstoffen in Nederland gebruikte frituurolie ingezet die afkomstig is uit meer dan 50 verschillende landen[78]. Deze grondstof is voor Nederland beschikbaar omdat beleid in andere landen er nog niet toe leidt dat deze grondstof daar wordt ingezet. Beleidswijzigingen in die landen kunnen er toe leiden dat deze en vergelijkbare grondstoffen in de toekomst niet meer voor de Nederlandse markt beschikbaar zijn. Vanwege dit soort onzekerheden vraagt de transitie van de vervoersector om een adaptieve én internationaal afgestemde aanpak.

78 Nederlandse Emissieautoriteit, 2015, Rapportage hernieuwbare energie 2014 - Naleving jaarverplichting hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging.

Maatschappelijke en economische uitdagingen en kansen

Toenemende verwevenheid en complexiteit

Als gevolg van de beschreven innovaties raakt de vervoersector in toenemende mate verweven met andere sectoren, zoals:

- de elektriciteits- en waterstofsector en het elektriciteitsnetwerk en smart grids waarbij elektrische auto's ook als flexibele opslag kunnen gaan dienen. Dit geldt voor het direct als opslag gebruiken van de batterijpakketten van elektrische auto's, maar mogelijk ook via omzetting van elektriciteit in waterstof, methaan of vloeibare brandstoffen (zogeheten *Power-to-Gas* of *Power-to-Liquids*) waardoor tijdelijke overschotten aan elektriciteit als gasvormige of vloeibare (transport) brandstof kunnen worden opgeslagen;
- de land- en bosbouwsector en de voedingsmiddelen- en afvalverwerkende industrie voor toelevering van grondstoffen voor biobrandstoffen;
- de biobased industrie die in toenemende mate zowel producten als transport-brandstoffen uit biomassa zal leveren;
- de aardgas- en groen gas toeleverende sector.

Batterijpakketten uit elektrische auto's dragen bij aan de betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening

Door een toenemend aandeel hernieuwbare energie uit zonne- en windenergie stijgt het aandeel fluctuerende elektriciteitsproductie. Li-ion batterijpakketten zijn in de afgelopen jaren snel goedkoper geworden. Batterijpakketten uit elektrische auto's kunnen daardoor een bijdrage gaan leveren om de pieken en dalen in elektriciteitsproductie en –verbruik op een tijdschaal van één of enkele dagen op te vangen (voor overbrugging van fluctuaties tussen seizoenen zijn batterijpakketten te duur). Tal van nieuwe ontwikkelingen zijn in het afgelopen jaar aangekondigd:

- De eerste batterijpakketten voor thuisgebruik zijn sinds medio 2015 voor iedereen te koop.
- Batterijpakketten van elektrische auto's kunnen worden gebruikt als tijdelijke opslag van elektriciteit, in Utrecht wordt daar ervaring mee opgedaan.
- In Zeeland zal een commerciële energieopslag op basis van batterijpakketten met een vermogen van 10 megawatt worden gebouwd. In Duitsland bouwen automobielfabrikanten het eerste energieopslagsysteem met gebruikte batterijpakketten uit elektrische auto's, er zijn circa 1000 gebruikte batterijpakketten uit een elektrische Smart nodig om een opslagsysteem met een vermogen van 13 megawatt te bouwen.

Groene groeikansen
De transitie in de vervoersector biedt voor Nederland diverse economische en maatschappelijke groene groeikansen. Nederlandse marktpartijen kunnen strategische marktposities opbouwen met een goede thuismarkt. Die kansen doen zich nú en in de komende jaren voor. Zodra de innovaties van nu zich hebben ontwikkeld tot een grotere markt is het voor nieuwkomers moeilijker om een aandeel op de internationale markten voor nieuwe brandstoffen en voor (componenten voor) nieuwe voertuigen te veroveren.

Goede uitgangspositie Nederland
Nederland heeft een vooraanstaande positie in de productie, de opslag en het toeleveren van brandstoffen voor het wegverkeer en voor de lucht-, zee- en binnenvaart. Nederland is uitstekend toegerust om deze positie te behouden tijdens een transitie van fossiele brandstoffen naar biobrandstoffen inclusief (bio-)LNG en biokerosine. Zo is Nederland een belangrijke producent van geavanceerde biobrandstoffen en zijn de ambities rond de productie en toepassing van bio-LNG groot, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de Nederlandse ervaring, kennis en kunde rond de winning, opslag en distributie van aardgas. Hierdoor biedt de overgang van fossiele- naar biobrandstoffen kansen voor Nederlandse bedrijven. Diezelfde overgang leidt echter ook tot een krimpende afzetmarkt voor bedrijven die fossiele brandstoffen produceren en distribueren. Deze bedrijven zullen hun producten en markten moeten aanpassen aan de veranderende omstandigheden.

Nieuwe producten en markten
Ook de elektrificatie van vervoer biedt kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven. In Nederland rijden op dit moment al meer dan 90.000 elektrisch personenauto's rond, waarvan ruim 9.000 volledig elektrisch zijn. Nederland is hiermee koploper in vergelijking tot andere landen. Talrijke Nederlandse bedrijven zijn actief als toeleverancier voor de automobielindustrie en in de nieuwbouw van maatwerkvoertuigen als elektrische bussen en lichte elektrische voertuigen. Zij kunnen daarmee voordeel behalen uit het ontstaan van nieuwe markten. Ook zijn Nederlandse bedrijven actief in de ontwikkeling van producten en diensten rond laadinfrastructuur, aandrijftechniek en *range extenders*, smart grids en *metering* en mobiliteitsdiensten. In 2014 is de werkgelegenheid binnen elektrisch vervoer met 25% gestegen ten opzichte van het jaar ervoor[79].

Positieve effecten verduurzaming
Verduurzaming van onze vervoersector levert niet alleen een bijdrage aan CO_2-emissiereductie maar ook aan het verbeteren van de luchtkwaliteit en geluidsreductie. Ook draagt het bij aan energieonafhankelijkheid en kan het bijdragen aan energiezekerheid. Het is belangrijk dat in de transitie naar een meer duurzame energie- en vervoersector de samenhang en toegevoegde waarden van al deze potentiële bijdragen worden meegenomen.

79 RVO, 2014, Verzilvering verdienpotentieel Elektrisch Vervoer in Nederland, jaarrapportage stand van zaken medio 2014.

Bedrijfsleven, overheid en buitenland

Voortrekkersrol bedrijfsleven

De transitie van de vervoersector vraagt intensieve betrokkenheid en inspanningen van de vele bedrijven die actief zijn rond de opkomende vormen van duurzaam vervoer: producenten van (met name geavanceerde) biobrandstoffen, toeleveranciers voor elektrische- en brandstofcelvoertuigen en (diensten en ICT van) laad/tankinfrastructuur van deze voertuigen. Deze bedrijven zullen een groot gedeelte van de transitie waar moeten maken, enerzijds door zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en anderzijds door te innoveren en nieuwe kansen te benutten.

Internationaal bronbeleid als leidraad

De Rijksoverheid speelt een belangrijke rol in de transitie van de vervoersector door randvoorwaarden te scheppen waarbinnen deze transitie tot stand kan komen. De Rijksoverheid ziet bronbeleid – Europese CO_2-normen voor wegverkeer en internationale afspraken onder de IMO en ICAO voor de internationale scheepvaart en luchtvaart – als de hoeksteen van de transitie van vervoer en zal zich op deze internationale fora inzetten om CO_2-emissienormen verder aan te scherpen en bindend op te leggen. Wanneer het bronbeleid niet stevig genoeg van de grond komt zal de Rijksoverheid overwegen om zich in te zetten om binnen de EU verdere stappen te zetten.

Ook Europees beleid na 2020?

Voor de overschakeling van fossiele brandstoffen naar hernieuwbare energiedragers, waaronder biobrandstoffen, ontbreekt vooralsnog zicht op continuering van Europees beleid na 2020. De Rijksoverheid zet zich in om Europese scherpe (alternatieve) brandstofkwaliteitseisen en een aandeel hernieuwbare energie in transport ook na 2020 te continueren, en zal bij het uitblijven daarvan nationale keuzes maken.

Nederlands beleid complementair

Met het oog op kosteneffectiviteit dient nationaal beleid complementair te zijn aan het Europese en internationale bronbeleid. Naast dit internationale beleid zal de Nederlandse overheid de juiste randvoorwaarden scheppen om benodigde innovaties tot stand te laten komen en zo kansen te creëren voor de Nederlandse economie.

Rol Rijksoverheid

Het Europese bronbeleid dwingt fabrikanten om te investeren in schone technologieën zodat die ook betaalbaar worden. De rol van de overheid is kaderstellend, aanvullend aan de markt, en primair gericht op het wegnemen van barrières. In de innovatiefase stimuleert de overheid de ontwikkeling en eerste toepassing van nieuwe technologie en helpt het Nederlandse marktpartijen om strategische internationale posities in te nemen.

Rol lokale overheden

De veranderingen in de vervoersector zullen ‘op straat’ merkbaar zijn. Elektrisch aangedreven voertuigen zijn stiller dan de huidige voertuigen met verbrandingsmotoren. Batterij-aangedreven voertuigen worden daarnaast op een heel andere manier

opgeladen in vergelijking met hoe huidige voertuigen van brandstof worden voorzien. Dit heeft gevolgen voor laadinfrastructuur langs (snel)wegen, in wijken en rond woningen. Lokale overheden spelen hierbij een belangrijke rol door het faciliteren van voldoende laadinfrastructuur in het publieke domein en door het benadrukken van voordelen voor de lokale luchtkwaliteit. Openbaar vervoer en doelgroepen-vervoer zijn vanwege geografische concentratie en (bijna) dagelijks gebruik van voertuigen zeer geschikt om als groeimarkt voor duurzame voertuigen te fungeren. Via openbare aanbestedingen spelen lokale overheden ook hier een cruciale rol.

Lessons learned
In de marktintroductiefase blijft er tot 2020 een rol voor de (fiscale) stimulering van volledig elektrische auto's. Een evaluatie van de effectiviteit van de fiscale stimulering van volledig elektrisch rijden vindt plaats in 2018. In de Autobrief II concludeert het kabinet echter al dat de stapeling van CO_2-prikkels in de autofiscaliteit sterke overlap heeft met het Europese bronbeleid en daarom niet kosteneffectief is geweest. Via het waterbed-effect[80] lekte milieuwinst weg naar het buitenland. Het kabinet trekt hieruit de conclusie dat de fiscale stimulering meer complementair moet zijn aan Europees beleid. De fiscale stimulering van plug-in hybride elektrische auto's en de stapeling van CO_2-prikkels worden afgebouwd en de stimulering wordt meer gericht op de volledig elektrische auto.

Internationale ontwikkelingen

Wereldwijde transitie van vervoersector
In Europa heeft Noorwegen het meest ambitieuze stimuleringsbeleid op het gebied van CO_2-emissievrije voertuigen, Nederland is goede tweede. In de landen om ons heen is in navolging hiervan steeds meer aandacht voor het stimuleren van nulemissie vervoer. Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk investeren de komende jaren in elektrisch rijden en rijden op waterstof, en zowel Denemarken als Oostenrijk ontwikkelden een strategie om CO_2-emissievrije voertuigen uit te rollen. In Duitsland en Japan zijn deze ontwikkelingen gekoppeld aan energietransities naar alternatieven zoals waterstof. In de Verenigde Staten is een aantal staten, waaronder Californië, ook zeer ambitieus met betrekking tot zero emissie-vervoer. Verder zijn er in onder andere Italië, Zweden en de Verenigde Staten diverse demonstratie-installaties voor geavanceerde biobrandstoffen gerealiseerd.

Afstemming buurlanden
Nederland is dus niet het enige land dat voor een omvangrijke energietransitie in de vervoersector staat. Zowel elektrisch aangedreven voertuigen als vloeibare en gasvormige biobrandstoffen worden op steeds grotere schaal ook in het buitenland ontwikkeld en toegepast. De Nederlandse overheid zal bij het vormgeven van de verdere transitie rekening houden met de internationale dimensie, en de aanpak waar nodig met buurlanden afstemmen.

80 Op Europees niveau wordt aan fabrikanten een gemiddeld te realiseren CO_2-uitstoot per kilometer opgelegd. Zodra fabrikanten in Nederland dankzij fiscale stimulering onder dat gemiddelde komen, kunnen zij het zich veroorloven in andere landen minder zuinige auto's te verkopen: het 'waterbedeffect'.

4.5 Elektriciteit

Naar een CO_2-vrije elektriciteitsvoorziening

Binnen de Europese klimaatdoelstellingen past een volledig CO_2-vrije elektriciteitsvoorziening in 2050. Nederland volgt deze ambitie. Dat betekent dat de manier waarop we elektriciteit opwekken en als energiebron inzetten ingrijpend zal veranderen. De beschikbare opties om tot een drastische vermindering van CO_2-uitstoot te komen zijn besparing, elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen (zon, wind, biomassa en waterkracht) en kernenergie. Centrales die toch nog gebruik maken van fossiele energie, zullen hun CO_2-uitstoot moeten opvangen en ondergronds opslaan (CCS).

Voor de sectoren die deelnemen aan het Europese systeem van emissiehandel, de elektriciteitsproductie en de zware industrie, geldt een Europees tussendoel van 43% emissiereductie in 2030 ten opzichte van 2005. In het Energieakkoord zijn concrete afspraken gemaakt over een verdere groei van investeringen en productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen: 6000 megawatt (54 petajoule) operationeel windvermogen op land in 2020 en doorgroei in de periode daarna; 4450 megawatt (66 petajoule) wind op zee operationeel in 2023, maximaal 25 petajoule bijstook van biomassa in kolencentrales.

Hoeksteen van de duurzame energievoorziening

Elektriciteit wordt de hoeksteen van de duurzame energievoorziening. In 2050 wordt elektriciteit net als nu gebruikt voor kracht, licht en ICT, maar speelt het ook een rol bij verwarming van gebouwen en bij industriële processen en in het verkeer. Die uitbreiding van de gebruiksfuncties van elektriciteit wordt samengevat in de term ‘elektrificatie’.

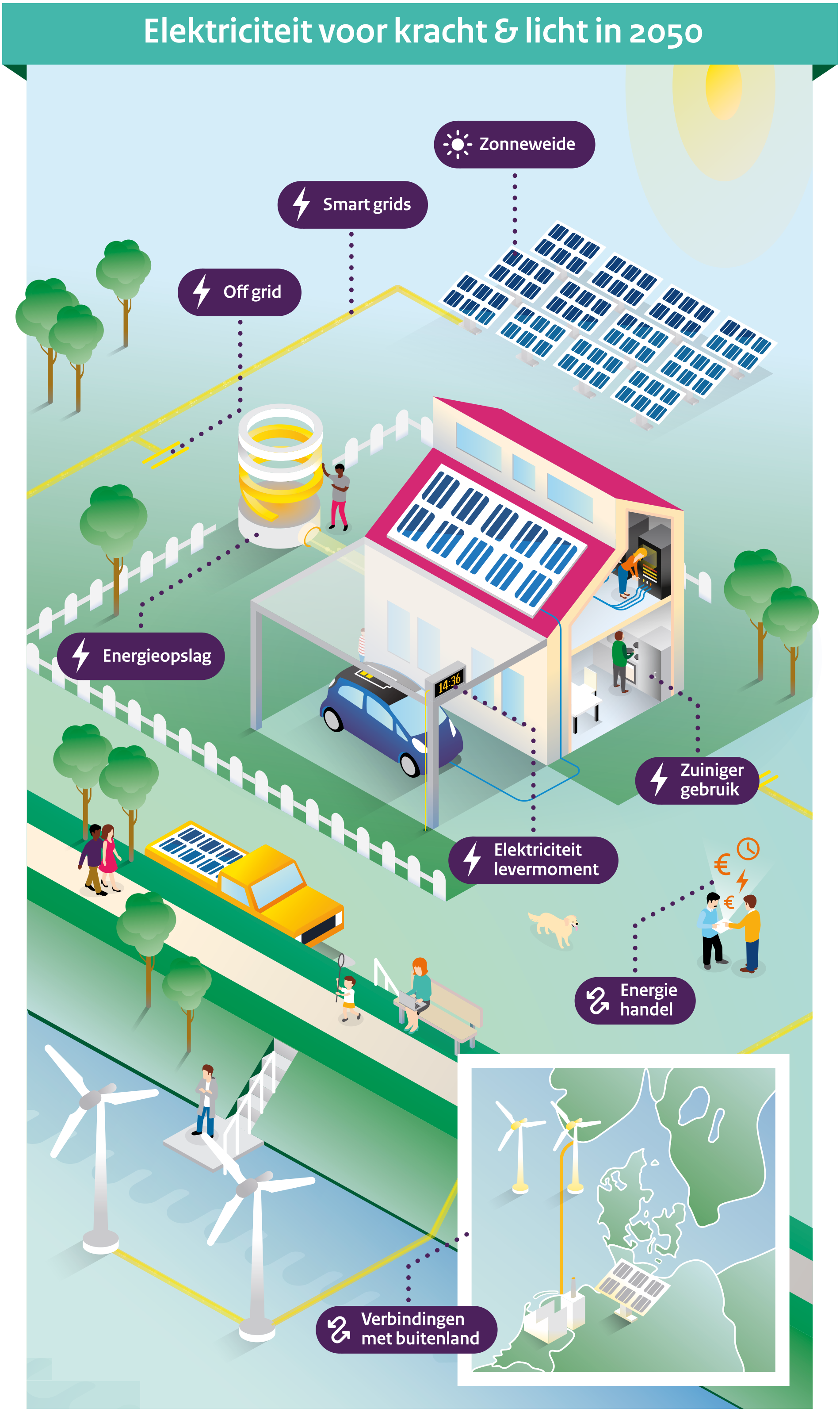
Een moderne samenleving als de onze kan niet zonder een betrouwbare elektriciteitsvoorziening. Met een recente analyse[81] is bevestigd dat de landelijke voorziening van elektriciteit en de daarvoor benodigde netwerken ‘topvitaal’ zijn voor de Nederlandse economie en samenleving.

Elektriciteit wordt straks niet alleen centraal geproduceerd, maar ook lokaal, dicht bij de gebruikers. Deze vergaande veranderingen vragen veel van het systeem als geheel. Flexibiliteit van opwekking en gebruik is daarbij het kernwoord.

Veranderingen in het landschap

We gaan naar een systeem waarin, veel meer dan nu, elektriciteit wordt opgewekt uit hernieuwbare bronnen: in 2030 al circa 50% van de elektriciteit die we hier gebruiken. Die nieuwe elektriciteitsproductie komt voor een groot deel van de Noordzee, maar er zal ook veel productie plaatsvinden op land – uit windmolens, uit zonneweiden en dergelijke. Die productie zal het landschap ingrijpend veranderen. Dat vergt nogal wat van de omwonenden. In de energiedialoog is de vraag aan de orde, hoe betrokkenen, initiatiefnemers en investeerders enerzijds en omwonenden en gebruikers anderzijds, daarmee omgaan.

81 Kamerstuk 30 821, nr. 23.



Ministerie van Economische Zaken, januari 2016

De elektriciteitsvoorziening is onderdeel van een Europees systeem

Noordwest-Europese markt

De elektriciteitsvoorziening in Europa is de laatste jaren vergaand geïntegreerd. Dankzij de aanleg van grensoverschrijdende verbindingen en onderlinge afspraken over marktregels is in Noordwest-Europa daadwerkelijk een regionaal systeem ontwikkeld. Ook de Nederlandse elektriciteitssector maakt deel uit van dit geïntegreerde systeem. In 2014 werd in Nederland ruim 103 miljard kilowattuur elektriciteit geproduceerd. Deze productie was groter dan het jaar daarvoor, vooral door toegenomen export van elektriciteit naar België en Groot-Brittannië.

In 2014 was 70% van de elektriciteit die in ons land werd gebruikt afkomstig uit centrales die gestookt zijn met fossiele energie. In termen van productie (dat wil zeggen: voor de binnenlandse en voor de Europese markt) was het aandeel nog groter: 83 miljard kilowattuur op een totaal van 103 miljard kilowattuur, ofwel meer dan 80%. Het aandeel van elektriciteit uit steenkool-gestookte centrales is, wegens de relatief lage prijzen van steenkool op de wereldmarkt, fors toegenomen ten opzichte van het jaar daarvoor. De CO_2-uitstoot van de binnenlandse elektriciteitsproductie kwam in 2014 uit op 49 miljoen ton.

Elektriciteitsgebruik

Om de ambitie, een CO_2-vrije elektriciteitsvoorziening in 2050, te kunnen realiseren is besparing op het elektriciteitsgebruik een eerste vereiste. Na een gebruiksdaling als gevolg van de economische crisis van 2007-8 is het elektriciteitsgebruik in Europa de laatste jaren vrijwel gelijk gebleven op een niveau van 2800 terawattuur. Het Nederlands gebruik ligt nu op een niveau van 115 terawattuur en zal, volgens de Nationale Energie Verkenning 2015, in de toekomst groeien naar een niveau van 120 à 125 terawattuur per jaar. Dit is het saldo van twee ontwikkelingen:

- een gebruiksvermeerdering door economische groei en structurele veranderingen (elektrificatie);
- een gebruiksvermindering door besparingen (zoals LED-verlichting in plaats van gloeilampen) en structurele veranderingen in de economie (zoals het sluiten van fabrieken).

Elektrificatie

De gebruiksvermeerdering wordt voor een groot deel gedreven door ‘elektrificatie’: elektriciteit wordt meer en meer ook gebruikt voor verwarming en voor elektrisch vervoer. De mate waarin elektrificatie zich zal voordoen is nog onzeker: de Nationale Energie Verkenning verwacht, op basis van bestaand beleid, dat elektriciteit in 2030 circa 18% van het eindgebruik van energie zal uitmaken; in andere scenario’s loopt dit aandeel, afhankelijk van de gemaakte aannames over elektrisch vervoer en elektrische verwarming, op tot 26% in 2030 en een nog hoger aandeel in de periode daarna.

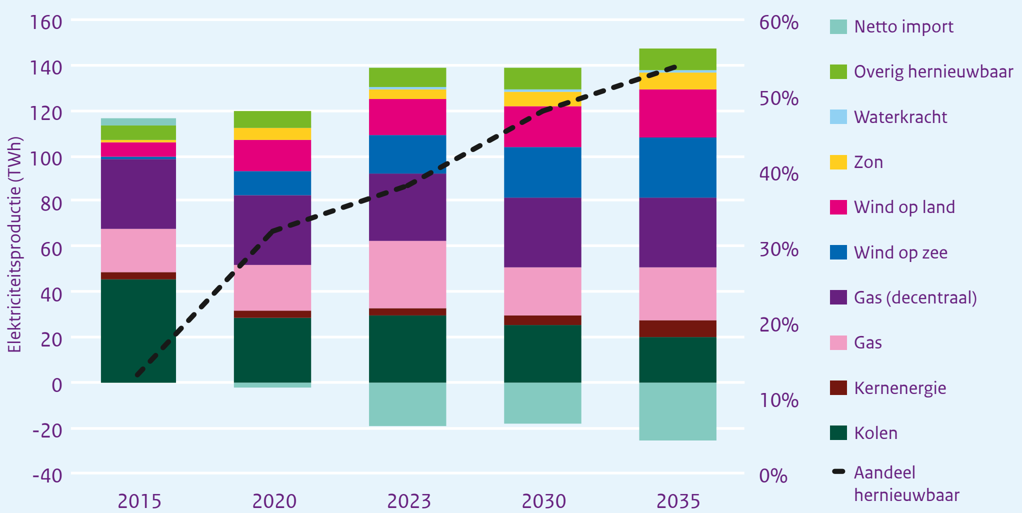
Besparing
Gebruiksvermindering wordt gedreven door besparing op het elektriciteitsgebruik. Besparing is onderdeel van het Europese en Nederlandse energiebeleid als onderdeel van het meer algemene besparingsbeleid. Zo geeft de Europese Energie Efficiëntie Richtlijn aan lidstaten de verplichting, in de verschillende energie-gebruikssectoren 'audits' te laten doen naar het energiegebruik en de mogelijkheden tot besparing. In Nederland wordt aan deze verplichting voldaan door de sectorrapportages van de Meerjaren-afspraken Energie Efficiëntie (MJA-3 en MEE). Elektriciteitsgebruik is daar onderdeel van, maar er zijn geen specifieke doelstellingen of afspraken over het energiegebruik voor kracht, licht en ICT als zodanig. Onder de zogeheten Ecodesign Richtlijn is al een groot aantal normen voor energie verbruikende apparaten uitgevaardigd; tot 2020 zullen enkele daarvan worden aangescherpt en worden voor enkele nieuwe producten verordeningen uitgevaardigd.

Meer gebruik van hernieuwbare bronnen

Op grond van verschillende studies naar marktontwikkelingen in West-Europa, zien we het elektriciteitssysteem in Nederland grondig veranderen[82].

[82] Frontier Economics, 2015, Scenarios for the Dutch electricity supply system; ECN en PBL, 2015, Nationale Energie Verkenning 2015.

Figuur 4.4** Huidige en verwachte elektriciteitsproductie in Nederland***



* *Frontier Economics, 2015, Scenarios for the Dutch electricity supply system.*

De belangrijkste ontwikkeling is dat in 2035 de elektriciteitsproductie voor meer dan 50% met hernieuwbare bronnen wordt opgewekt, waarvan het overgrote deel uit variabele hernieuwbare bronnen (weersafhankelijke bronnen: zon en wind). De Nationale Energie Verkenning 2015 toont, op basis van het huidige beleid, in 2030 een productie van 133 petajoule uit windenergie en 52 petajoule uit zonne-energie. De totale Nederlandse productie wordt groter dan de binnenlandse vraag: Nederland wordt een netto stroom-exporteur.

Figuur 4.4 geeft de verwachte elektriciteitsproductie in 2035 in Nederland. Het aandeel elektriciteit uit hernieuwbare bronnen loopt op van 13% in 2015 naar 54% in 2035, aannemende dat de nationale subsidies voor elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen worden voortgezet. Het exportoverschot bedraagt dan ca. 26 terawattuur, voornamelijk naar België en Duitsland.

Aannames hierbij zijn een stijgende CO_2-handelsprijs onder het ETS-systeem en stijgende energieprijzen op de wereldmarkt. Onder deze omstandigheden zou rond 2035 weer een business case kunnen ontstaan voor nieuwe kerncentrales. Hogere CO_2-prijzen zijn ook bevorderlijk voor de concurrentiepositie van gasgestookte centrales ten opzichte van kolengestookte centrales, al blijven deze, gezien de prijzen op de wereldmarkt, economisch voordeliger.

De analyses laten ook zien dat elektriciteit uit hernieuwbare bronnen, ondanks de verwachte kostendalingen als gevolg van innovaties en serieproductie, nog altijd niet volledig concurrerend is op de groothandelsmarkt ten opzichte van elektriciteit uit fossiele bronnen en (eventueel) kernenergie. Dit is vooral het gevolg van het zogeheten ‘profieleffect’: het feit dat elektriciteit uit zon en wind vaak tegelijk en massaal geproduceerd wordt, ook op momenten dat er een lage vraag naar elektriciteit is. Volgens de NEV 2015 zal de opbrengst van hernieuwbare energie in 2030 gemiddeld een zesde lager liggen dan de dan geldende groothandelsprijs.

Omdat het aandeel van hernieuwbare bronnen in de energiemix toeneemt, dalen de CO_2-emissies. De emissie van de Nederlandse elektriciteitsproductie daalt volgens de genoemde studies, in een Europese marktcontext, naar 37 megaton in 2035.

Betrouwbaarheid

Vermogensoverschot

Nederland heeft een uitermate betrouwbaar elektriciteitssysteem, ook in vergelijking met andere landen in Europa. Voor afnemers die van een betrouwbare en kwalitatief hoogstaande levering afhankelijk zijn, zoals ICT-bedrijven en datacenters, blijkt dit een belangrijke vestigingsvoorwaarde.
De Nederlandse systeem-verantwoordelijke (TSO of Transport System Operator) TenneT beziet voortdurend hoe het met die betrouwbaarheid gesteld is en stelt jaarlijks een monitoringsrapportage op. Uit de meest recente rapportage blijkt dat het Nederlandse systeem tot en met 2022 een vermogensoverschot zal hebben van circa 1,3 gigawatt.

Daarbij merkt TenneT op dat er sprake is van een forse toename van het geconserveerd (gasgestookt) productievermogen. Dit groeit van 4,3 gigawatt in 2015 tot 6,2 gigawatt in 2022. Een groot deel daarvan (2,5 gigawatt) is relatief modern en flexibel vermogen dat binnen korte tijd weer in bedrijf kan worden genomen, mocht de marktsituatie daartoe aanleiding geven. Daarnaast beschikt Nederland over een ruime hoeveelheid aan interconnectie capaciteit (circa 8,7 gigawatt per 2022) om eventuele tijdelijke tekorten op te vangen.

Leveringszekerheid
Ook de situatie in onze buurlanden is hierbij relevant. Netbeheerders van het pentalateraal forum hebben in maart 2015 een gezamenlijke leveringszekerheidsanalyse opgeleverd waarin de regionale leveringszekerheid voor de periode 2015-2016 en 2020-2021 in beeld is gebracht. Hieruit komt naar voren dat er voldoende productiecapaciteit beschikbaar is in de regio maar dat met name België en Frankrijk in winterperiodes voor hun leveringszekerheid afhankelijk kunnen zijn van buurlanden.

Uit onderzoeken en analyses blijkt dat het huidige markt- en reguleringssysteem een goed uitgangspunt biedt om deze betrouwbaarheid ook op langere termijn, met een veel groter aandeel elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen, te garanderen. Het onderzoek van Frontier Economics geeft aan dat de binnenlandse piekvraag in 2035 nagenoeg gelijk blijft aan die van nu, namelijk circa 20 gigawatt. Om die te dekken is er een binnenlands geïnstalleerd beschikbaar vermogen van 23 gigawatt en een importcapaciteit van 9 gigawatt in 2035. De leveringszekerheid is dan ruim gegarandeerd. Nieuwe capaciteit berust vooral op hernieuwbare energie. Nederland breidt dit vermogen uit van 4 gigawatt nu naar 26 gigawatt in 2035. Daarvan is 25 gigawatt weersafhankelijk ('variabel duurzaam') en dus niet te allen tijde beschikbaar – reden waarom deze in de capaciteitsbalans een stuk lager wordt ingeschat (*de-rated capacity*), namelijk op 3 gigawatt[83]. De grote uitdaging is om het systeem ook meer flexibel te maken.

Noordwest-Europese samenwerking

Europese interne markt voor energie
De systeemveranderingen in de elektriciteitsvoorziening als gevolg van de verduurzamingsopgave kunnen in Europa niet louter nationaal aangepakt worden. Koppeling van nationale elektriciteitsmarkten draagt sterk bij aan de creatie van een Europese interne markt voor energie, leidt tot efficiëntere prijsvorming en geeft marktpartijen de mogelijkheid om grensoverschrijdend in elektriciteit te handelen. Het maakt ook de inpassing van hernieuwbare energiebronnen zoals wind en zon eenvoudiger, de waarde van wind en zon op de markt is dan hoger[84].

83 Frontier Economics, 2015, Scenarios for the Dutch electricity supply system.

84 Koutstaal, P.R. en J. Sijm, 2015, De toekomst van de elektriciteitsvoorziening bij toename van zon en wind; Özdemir, O, P.R. Koutstaal en M. van Hout, Impact of Integrating Intermittent Renewables in Electricity Markets.

De verbindingen zijn echter niet alleen fysiek maar ook organisatorisch (bijvoorbeeld ten aanzien van de samenwerking tussen toezichthouders, netbeheerders en handelsplatforms) en regulatorisch (bijvoorbeeld ten aanzien van de regelgeving tussen buurlanden en de aanpak van balancerings- en intradaymarkten).

Pentalaterale forum
Behalve op het versterken van de verbondenheid van de Nederlandse en Duitse elektriciteitsmarkten is de Nederlandse inspanning gericht op het eerdergenoemde pentalaterale energieforum. Dit forum is het kader voor energiesamenwerking tussen zeven landen in onze regio: Duitsland, Frankrijk, België, Nederland, Luxemburg, Oostenrijk en Zwitserland. Het pentalaterale energieforum richt zich met name op versterking van integratie van de elektriciteitsmarkt en op leveringszekerheid. In juni 2015 hebben de ministers een politieke verklaring van het pentalaterale energieforum ondertekend. De politieke verklaring bevat een werkprogramma voor de komende jaren gericht op verdergaande samenwerking op het vlak van marktintegratie, het versterken van de leveringszekerheid en het vergroten van de flexibiliteit van het energiesysteem. Nederland heeft zich in het bijzonder hard gemaakt voor samenwerking binnen de penta-regio gericht op een flexibelere energiemarkt en de marktintegratie van hernieuwbare energie. Deze ambities zijn opgenomen in het werkprogramma: er wordt gestreefd naar efficiëntere balanceringsmarkten, de ontwikkeling van vraagzijderespons en een kosteneffectieve integratie van hernieuwbare energie in de markt.

Het meest recente succes van het forum was de start van het al eerder genoemde “flow based”-marktkoppelingssysteem op 21 mei 2015. Via deze methode wordt efficiënter gebruik gemaakt van de beschikbare capaciteit op de netwerken. De eerste resultaten zijn positief te noemen. De verwachting is dat “flow based”-marktkoppeling het prijsverschil tussen Nederland en Duitsland structureel zal verlagen met circa € 4 per megawattuur[85].

Versterken regionale samenwerking
Hiernaast zet Nederland in op het versterken van regionale samenwerking via de zogenaamde Baake groep. In juni 2015 is hiervoor een politieke verklaring ondertekend over samenwerking tussen twaalf landen (de landen van het pentalaterale forum plus Zweden, Noorwegen, Denemarken, Polen en Tsjechië) op initiatief van de Duitse Staatssecretaris Baake. De verklaring bevat een aantal *no regret* actiepunten zoals een gezamenlijk evaluatie van leveringszekerheid, het wegnemen van belemmeringen voor grensoverschrijdende handel en het bevorderen van flexibiliteit door af te zien van prijsplafonds op de groothandelsmarkt.

85 Kamerstuk 29 023, nr. 196.

Optimale benutting van de Noordzee

Economische kansen

De afspraken in het Energieakkoord betekenen een forse nieuwe activiteit op het Nederlands deel van de Noordzee. Behalve het bouwen van windparken en het aanleggen van de nodige verbindingen, gaat het om het organiseren van de toeleveringsindustrie, de kennisinfrastructuur etcetera. Innovatie is een integraal onderdeel van de gemaakte afspraken en van de langetermijnambitie: er wordt gewerkt aan een kostprijsverlaging van 40% in het kader van het Topconsortium Kennis en Innovatie (TKI) Wind op Zee.

Deze ontwikkeling biedt nieuwe kansen voor economische activiteit en innovatie. Nederland is uniek in de wereld in zijn kennis en kunde op het gebied van offshore activiteiten. Daarom ligt hier de onderzoekfocus van het TKI. Voor de ontwikkeling van de offshore windparken tot 2023 is het van belang dat de *supply chain* geprofessionaliseerd en geoptimaliseerd wordt (standaardisatie, vervangingsopties, klaarstaande voorraad). De opgave is al op korte termijn enorm: gedurende drie jaar moet er één turbine per dag op zee neergezet worden. Een consistent overheidsbeleid kan helpen om de investeringsbereidheid te doen toenemen en de nu nog hoge risicopremies omlaag te brengen – wat tot aanmerkelijke kostenreducties kan leiden.

Nationaal Waterplan

In het Nationaal Waterplan 2009-15 is ruimte gereserveerd voor minimaal 10.000 megawatt wind op zee. Nederland heeft echter nog veel meer ruimte beschikbaar op ‘zijn’ deel van de Noordzee – in tegenstelling tot België en Duitsland, waar de Exclusieve Economische Zone (EEZ) al zo goed als vol is met de nu bestaande en aangekondigde windparken. Er zal worden verkend hoe de versterking van internationale samenwerking in de Noordzeeregio kan bijdragen aan de verdere doorgroei van wind op zee en hoe de nog beschikbare ruimte op de Nederlandse EEZ zou kunnen worden benut ten behoeve van andere vormen van energiewinning (uit getijde, golven, zout-zoetgradiënt, aquatische biomassa etcetera) en het realiseren van de Europese duurzaamheidsdoelstellingen. Dit zal naar verwachting ook positieve economische effecten voor Nederland hebben.

Elektriciteitsgebruikers worden ook producenten

Burgers en bedrijven

De prijsdaling van zonnepanelen en het toenemende gebruiksgemak maken het voor burgers en bedrijven steeds aantrekkelijker om zelf, individueel of gezamenlijk, elektriciteit op te wekken. Deze ontwikkeling draagt bij aan de verduurzaming van de energievoorziening en aan de sociale cohesie. De overheid stimuleert via verschillende instrumenten duurzame energie. Over elektriciteit voor eigen gebruik (achter de meter) hoeft geen energiebelasting te worden betaald. Overschotten en tekorten mogen tegen elkaar worden weggestreept (saldering). Er is een belastingkorting voor buurten en wijken die gezamenlijk elektriciteit produceren uit hernieuwbare bronnen, de zogenaamde ‘postcoderoosregeling’. Tenslotte kan iedere ondernemer in de inkomstenbelasting en vennootschapsbelasting onder voorwaarden gebruik maken van de Energie Investerings Aftrek (EIA) en kunnen zonne-energieprojecten een beroep doen op de SDE+.

Lokale productie van energie

Er is veel perspectief voor de lokale productie van energie. Technologische ontwikkelingen, zoals de slimme meter, en aanpassingen aan bestaande regels zullen het makkelijker maken voor partijen om te participeren in de handel op de elektriciteitsmarkt of om flexibiliteit aan te bieden. De verwachting is daarom dat de ontwikkeling van lokale hernieuwbare elektriciteit doorzet. Mensen gaan in de toekomst meer elektriciteit opwekken en laten hun gebruiks- en levermomenten steeds meer afhangen van de (prijs-dynamiek) van de elektriciteitsmarkt: gebruiken als de stroom goedkoop is, leveren als daar mee kan worden verdiend. Ook opslag van elektriciteit, in batterijen of in andere energievormen ('power to X') kan daarbij een belangrijke rol gaan spelen, al is dat op korte termijn voor de stabiliteit van het systeem nog niet nodig. Deze ontwikkeling is bevorderlijk voor de concurrentie en de dynamiek op de gehele elektriciteitsmarkt. Dit vereist wel aanpassingen aan het elektriciteitssysteem: bijvoorbeeld van de

Experimenten lokale hernieuwbare energie

Sinds kort is het mogelijk om, bij wijze van experiment, af te wijken van bepalingen in de Elektriciteitswet als dat bijdraagt aan de productie en het gebruik van lokaal geproduceerde hernieuwbare energie. De gedachte achter die experimentenregeling is dat de bestaande regels voor opwekking, levering en distributie van elektriciteit niet goed hanteerbaar zijn voor kleine projecten waarin consumenten en andere kleinverbruikers gezamenlijk productie-installaties beheren.

Voor deze experimenteerregeling is bijvoorbeeld een project ingediend waarin appartement-eigenaren in een voormalig schoolgebouw gezamenlijk stroom uit zonne-energie produceren en dit ook zelf onderling verdelen en afrekenen. Tariefdifferentiatie wordt toegepast in de verwachting dat bewoners hun gebruik zullen afstemmen op de beschikbaarheid van zonnestroom. Om piekbelasting te voorkomen wordt het zonne-systeem bovendien gecombineerd met een warmtekracht koppeling, die stroom produceert als er (in de winter) warmtevraag is.

In een ander experimenteel project dat is ingediend, wil men met de bewoners en gebruikers van een woon-werk-complex zoeken naar hernieuwbare technieken die dit complex klaar maken voor de toekomst. Dat betekent dat men zoveel mogelijk energie zelf gaat opwekken en onderling gaat verdelen en afrekenen. Overschotten en tekorten wil men zelf opslaan in de vorm van warmte en koude; andere overschotten van de stroomproductie uit de zonnepanelen van het complex worden aan de omringende buurt geleverd.

Wanneer dit soort experimenten succesvol blijkt te verlopen, zal de wet op de betreffende onderdelen worden aangepast. De experimenten worden over vier jaar geëvalueerd.

ICT-infrastructuur die toewijzing van verbruik en productie bij consumenten mogelijk maakt, maar ook de uitrol van de slimme meter. Hier wordt door marktpartijen hard aan gewerkt. EZ verkent de komende jaren in samenwerking met deze partijen welke aanpassingen aan het elektriciteitssysteem nog meer nodig zijn. Denk daarbij bijvoorbeeld aan een nieuwe rol voor 'aggregatoren': partijen die vraag en aanbod naar elektriciteit of flexibiliteit van kleine partijen samenvoegen om daarmee te handelen.

De ontwikkeling van lokale energie heeft ook een keerzijde: wanneer mensen alleen voor zichzelf en hun buren opwekken en overschotten lokaal opslaan, kan op termijn een situatie ontstaan waarin zij geen eigen netaansluiting meer nodig hebben. Partijen gaan dan *off grid*. Als deze ontwikkeling (te) snel optreedt, komen de lasten van gemeenschappelijke systemen, zoals de netkosten en kosten voor de systeembalans, op een steeds kleinere groep gebruikers te rusten.

Flexibiliteit

De elektriciteitsmarkt is niet alleen een kwestie van volumes: van belang is ook het tijdstip van gebruik. Dit wordt in de toekomst steeds belangrijker, omdat het grote aanbod van elektriciteit uit zon en wind wisselvallig is en elektriciteitsprijzen volatieler worden.

De verwachting is dat in het elektriciteitssysteem van de toekomst steeds meer partijen – ook kleinverbruikers – een rol kunnen en zullen gaan spelen in het aanbieden van flexibiliteit. Naarmate de prijsvolatiliteit toeneemt, gaat het beschikbaar stellen van capaciteit ook steeds meer lonen. Ontwikkelingen in de techniek en aanpassingen aan regelgevende kaders gaan het mogelijk en eenvoudiger maken voor partijen om daaraan mee te doen.

Ook zal in de toekomst mogelijk meer rekening worden gehouden met de beschikbaarheid van infrastructuur. Het is immers de vraag of het wenselijk is de infrastructuur zodanig uit te rollen dat alle transportvraag op elk moment van de dag volledig kan worden ingepast, of dat het goedkoper is daar flexibel mee om te gaan.

Korte termijn

Flexibiliteit op korte termijn – met mogelijkheden om één dag, één uur of één minuut vooruit te handelen – is in het Nederlandse systeem voldoende aanwezig:

- Handel in flexibiliteit vindt plaats binnen instrumenten van TenneT (regelvermogen, reservevermogen, noodvermogen) maar daarnaast ook impliciet op handelsplaatsen als de dag-vooruitmarkt en de intradaymarkt;
- Aan de vraagkant is veel flexibiliteit beschikbaar, daarbovenop bestaat nog veel ongebruikt potentieel in de sector, zoals verschillende studies en onderzoeken (onder meer van de Topsector Energie) laten zien;
- Het Nederlandse systeem van programmaverantwoordelijkheid is goed ontwikkeld, marktgeoriënteerd en efficiënt;

Aan de aanbodzijde heeft Nederland nog geruime tijd voldoende snelstartende capaciteit beschikbaar. Deze gascentrales zijn nu door marktomstandigheden tijdelijk uit bedrijf genomen. Volgens de geciteerde onderzoeken zal de markt na 2023 - 2025 aantrekken en kunnen deze centrales dan weer winstgevend in bedrijf komen[86].

Een goed werkende en voor iedereen toegankelijke flexibiliteitsmarkt draagt bij aan de betaalbaarheid van de energievoorziening. De mogelijkheden die de Nederlandse elektriciteitssector heeft om de straks benodigde flexibiliteit te bieden, zullen in de energiedialoog verder worden verkend.

Lange termijn
Een ander aspect van flexibiliteit is de langetermijnbeschikbaarheid van voldoende back-up vermogen. Tot voor kort volgde de elektriciteitsproductie met name de (veranderingen in) de elektriciteitsvraag. De elektriciteitsproductie was opgebouwd uit centrales die eigenlijk altijd produceerden (basislast: vooral kolen- en kerncentrales, maar ook gasgestookte warmtekrachtinstallaties in de industrie) met daarnaast centrales die inspeelden op variaties in de vraag (middenlast- en pieklastcentrales, meestal gasgestookt). Dat gaat veranderen: elektriciteit uit hernieuwbare bronnen (in Nederland vooral wind op zee en op land) gaat de rol innemen van de vroegere basislast en elektriciteitsgebruik gaat deze productie meer volgen. De nog resterende centrales zullen veel meer dan nu variabel ingezet gaan worden. Dat betekent dat deze centrales steeds minder draaiuren maken – en dus steeds minder gelegenheid hebben om de investeringskosten terug te verdienen. In combinatie met de nu geldende prijzen en prijsverhoudingen op de wereldmarkt voor energie, heeft dit er toe geleid dat gascentrales uit bedrijf worden genomen (‘in de mottenballen gezet’). Ook kan dit er toe leiden dat er minder wordt geïnvesteerd in nieuwe gascentrales, terwijl deze in de toekomst nodig zijn om wisselingen in het aanbod van duurzaam geproduceerde elektriciteit op te vangen.

Nederland kiest voor energy only-markt
Deze kwestie speelt in de gehele Europese elektriciteitsmarkt. In Europa is de afgelopen jaren veel gedebatteerd over de vraag, of en hoe er aan deze veranderde marktomstandigheden iets moet worden gedaan. Een aantal lidstaten (zoals Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk) heeft er al voor gekozen om een vergoeding aan te bieden voor het beschikbaar stellen van capaciteit (een zogenoemd capaciteitsmechanisme). Andere lidstaten overwegen nog om zo’n capaciteitsmechanisme in te stellen om hun leveringszekerheid op de langere termijn te waarborgen. Nederland, Duitsland en een aantal Scandinavische landen pleiten er juist voor vast te houden aan de zogenoemde ‘energy only’-markt, waarbij producenten alleen een vergoeding ontvangen voor de geleverde elektriciteit en dus niet voor de beschikbare capaciteit. Deze landen wijzen op het belang van marktverbeteringen waarbij de verschillende spotmarkten (day-ahead en intraday) goed gekoppeld worden en balanceringsmarkten efficiënter worden ingericht. Essentieel

86 Frontier Economics, 2015, Scenarios for the Dutch electricity supply system; ECN en PBL, 2015, Nationale Energieverkenning 2015.

daarbij is dat prijsvorming geheel aan de markt wordt overgelaten. Periodes van prijspieken moeten dan voldoende zijn om de investeringskosten in opwekcapaciteit terug te verdienen. Dit is ook de lijn die de Europese Commissie voorstaat.

Onderzoek van Frontier Economics laat zien dat de Europese elektriciteitsmarkt na 2023 weer zal aantrekken; volgens die analyse zouden de nu buiten gebruik gestelde gascentrales dan weer in gebruik worden genomen. De NEV 2015 laat een vergelijkbaar scenario zien (vanaf 2025). Het onderzoek van Frontier heeft als conclusie dat er geen reden is te veronderstellen dat een ‘energy only’-markt niet goed functioneert wanneer grote hoeveelheden elektriciteit uit hernieuwbare bronnen op de markt komen. Binnen de Europese markt is de Nederlandse elektriciteitsvoorziening goed op de toekomst voorbereid: het systeem van programma-verantwoordelijkheid gecombineerd met een marktgebaseerde balanceringsmarkt functioneert goed, omdat het kortstondige overschotten en tekorten op de elektriciteitsmarkt effectief en efficiënt vereffent. Ook op de langere termijn heeft dit systeem grote voordelen. Nederland kiest daarom voor een ‘energy only’-markt zonder capaciteitsvergoedingen en pleit daar ook op Europees niveau voor bij andere lidstaten. Wanneer andere lidstaten toch capaciteitsmarkten creëren, is het belangrijk dat deze ook voor andere lidstaten open staan en zo min mogelijk marktverstorend zijn.

Energienetten en netbeheerders

Elektriciteitsnetten zijn ontworpen om stroom te transporteren van (centrale) producenten naar (decentrale) gebruikers. Aanleg en onderhoud van die netten worden betaald uit gereguleerde tarieven die door alle gebruikers betaald worden. Door de productie van elektriciteit bij de gebruikers verandert de functie van het net;

- het elektriciteitsnet wordt een tweewegnet of *intergrid*, vergelijkbaar met het internet;
- lokale gemeenschappen zouden ervoor kunnen kiezen, over te gaan op een volledig autonoom systeem (*off grid*);
- elektriciteitsnetwerken kunnen door toevoeging van intelligentie (’smart grids’) anders worden aangestuurd.

Tegelijkertijd kunnen de pieken en dalen van het elektriciteitsgebruik toenemen. Productie van elektriciteit uit hernieuwbare en decentrale bronnen is niet altijd beschikbaar. De wind kan gaan liggen, de zon schijnt niet en productie uit decentrale bronnen kan om welke reden dan ook niet functioneren. Dat houdt in dat stroom van elders aangevoerd moet worden. Dat kunnen de centrale productielocaties zijn, decentrale productielocaties, of centrales uit het buitenland. Het hoogspanningsnet dient voorbereid te worden op deze veranderingen. Om de leveringszekerheid en de betrouwbaarheid van het net op het huidige hoge niveau te handhaven en om te kunnen anticiperen op de uitdagingen van de energietransitie zal veel geïnvesteerd moeten worden zowel in de bestaande infrastructuur als in nieuwe infrastructuur.

Wat deze ontwikkelingen betekenen voor de kosten van de elektriciteitsnetten is niet op voorhand vast te stellen. De gezamenlijke Nederlandse systeembeheerders hebben in 2011 verschillende scenario's uitgewerkt om in kaart te brengen hoeveel additionele investeringen in de systemen vereist zijn om de energietransitie te faciliteren[87]. De bandbreedte van de totale kosten van infrastructuurinvesteringen in de elektriciteits- en gasnetten worden geraamd tussen de € 20 miljard en € 71 miljard in de periode tot 2050. Deze bedragen zijn geraamd zonder rekening te houden met de mogelijk kostenverlagende effecten van slimme netten.

87 Netbeheer Nederland, 2011, Net voor de toekomst.

5

Het aanbod van energie in de toekomstige energievoorziening

Na het schetsen van de transitie per energiefunctie is het vervolgens de vraag waar de energie die voor de energiefuncties nodig is vandaan kan komen en wat daarvoor de mogelijkheden en beperkingen zijn in Nederland en op de internationale markt. In dit hoofdstuk wordt eerst een beeld gegeven van het potentieel van de toekomstige Europese en Nederlandse mix van energiebronnen en technologieën. Voor iedere energiefunctie wordt vervolgens aangegeven welke bronnen en technologieën beschikbaar zijn en wat voor ontwikkeling en innovatie nog nodig is om het potentieel hiervan te benutten. Vervolgens worden deze bronnen en technologieën nader beschreven waarbij wordt ingegaan op de te maken afwegingen.

5.1 De toekomstige energievoorziening in internationaal en systeemperspectief

De energiemix van de toekomst

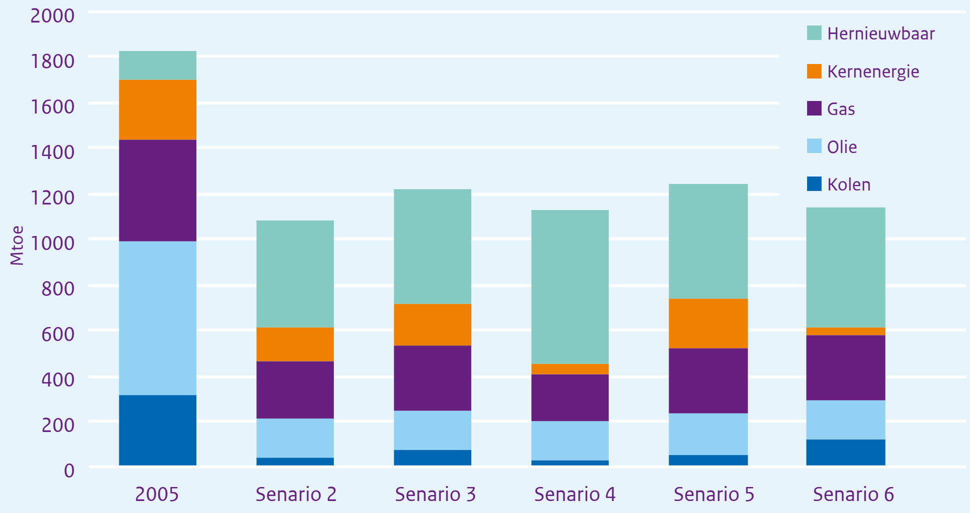
Om een beeld te krijgen van hoe de Nederlandse energiemix er in de verre toekomst uit kan zien is het van belang om eerst het Europese perspectief te schetsen. In de Energy Roadmap 2050 uit 2011 heeft de Europese Commissie in verschillende scenario's de energievoorziening gemodelleerd, uitgaande van een broeikasgasemissiereductie van 80% in 2050 en met toen geldende inzichten over onder meer verwachte technologieontwikkelingen. De scenario's (in figuur 5.1) zijn: 1) de situatie in 2005 (2) nadruk op energiebesparing, (3) gelijk speelveld technologieën, (4) nadruk op hernieuwbaar, (5) weinig CO_2-afvang en -opslag (CCS) en (6) weinig nucleair.

In deze scenario's neemt de primaire energievraag met 30-40% af. Het aandeel hernieuwbaar neemt toe tot een aandeel van 40-60%. De inzet van kolen neemt drastisch af, vooral in scenario's met veel besparing, hernieuwbaar of beperkte beschikbaarheid van CCS. De inzet van olie neemt af tot circa 20% van het huidige verbruik, maar is gelijk in alle scenario's. Aardgas wordt in alle scenario's nog ingezet, maar neemt in de meeste scenario's iets af ten opzichte van het scenario met voortzetting van het huidige beleid (niet weergegeven in figuur 5.1). Alleen in het scenario met weinig kernenergie neemt het aandeel toe (tot circa 26%). Kernenergie neemt in alle scenario's af. Een belangrijke constatering is dat in alle gevallen er een verschuiving plaatsvindt van een klein aantal energiedragers naar een bredere mix van technologieën en energiedragers, die uiteraard per land kan verschillen.

Er zijn ook scenario's ontwikkeld die inzicht geven in de toekomstige Nederlandse energievoorziening. Figuur 5.2 toont de uitkomst van varianten van de energievoorziening waarbij het 80% reductiedoel wordt gehaald[88]. De diverse scenario's voor de energievraag en inzet van CO_2-arme energiedragers in 2050 kennen een aantal robuuste elementen: energiebesparing, inzet van biomassa, afvang en opslag van CO_2 en schone elektriciteitsproductie. Wanneer één van deze elementen minder wordt toegepast, zal er een grotere inzet nodig zijn van de andere elementen. Bij een sterke inzet op energiebesparing zal er minder CO_2-arme energieproductie nodig zijn. Een dergelijke uitruil geldt ook voor de inzet van CCS. Hoe meer CCS er wordt toegepast, hoe lager het aandeel hernieuwbare energie zal uitvallen. In deze figuur varieert het aandeel hernieuwbare energie in 2050 tussen de 50% en 75%.
Als bepaalde opwekkingstechnologieën worden uitgesloten, dan wordt het steeds lastiger (en duurder) om aan de doelstelling te voldoen. Het uitsluiten van belangrijke technologieën zoals CCS of biomassa werkt sterk kostenverhogend. Wanneer de broeikasgasemissies met 95% worden gereduceerd dan zal het energiegebruik nog lager

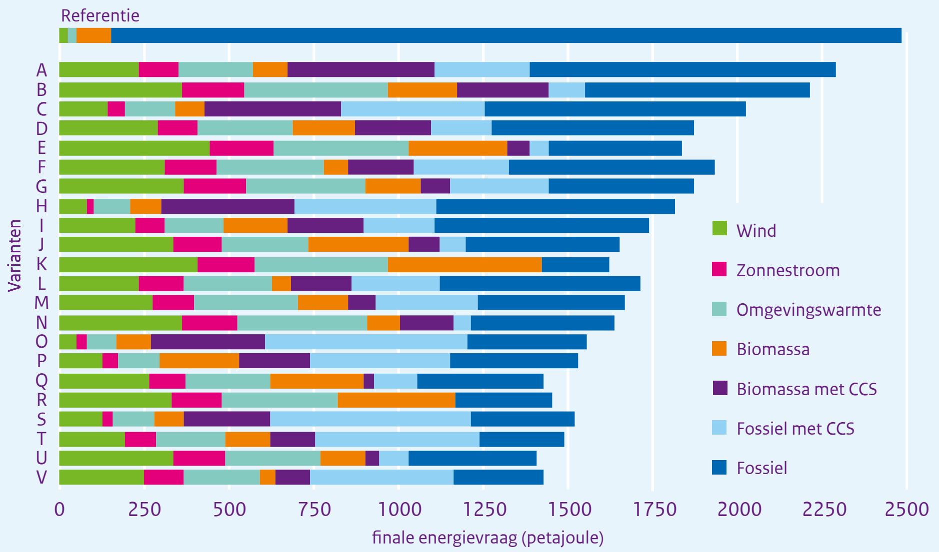
[88] Gebaseerd op het model E-design. Dit is een backcasting model van PBL, waarbij uitgangspunten over het verbruik, potentiëlen en kosten zijn afgestemd op de Nederlandse situatie.

Figuur 5.1 *Scenario's van de Europese energiemix in 2050**



* *Europese Commissie, 2011, Energy Roadmap 2050.*

Figuur 5.2 *Scenario's voor de Nederlandse energievraag in 2050**



* *PBL, 2014, Recente ontwikkelingen in het energie-en klimaatbeleid. Balans van de Leefomgeving 2014 - deel drie.*

moeten liggen (rond 40-50% finale besparing). Het aandeel hernieuwbaar ligt dan in de meeste varianten nog hoger. De keuzeruimte om de inzet van CO_2-arme opties te beperken is aanzienlijk kleiner dan bij een klimaatdoel van 80% reductie.

Uit figuur 5.2 blijkt dat er voor de energievraag van Nederland bij 80% emissiereductie ten opzichte van 1990 een bandbreedte is van 1250 tot 2250 petajoule. In tabel 5.3 wordt op basis van de huidige kennis een overzicht gegeven van de potentiëlen van CO_2-arme technologieën, rekening houdend met de ruimtelijke en fysieke condities in Nederland.

Tabel 5.3 *Potentiëlen van CO_2-arme opties in Nederland*[89]

Opties	Potentieel in 2050 (petajoule)
Biomassa	200 (binnenland), 120-780 (import)
Elektriciteit uit hernieuwbare bronnen (zon, wind en water)	500-750
Warmte uit hernieuwbare bronnen (zon, bodem, lucht, geothermie en restwarmte)	200-550
Kernenergie	30-200
Afvang en opslag van CO_2 (CCS)	320-600[90]
Aardgas	-[91]
Totaal (afgerond, exclusief importen)	1.200-2.300

Het overzicht geeft een indicatie van de grote onzekerheid over de toekomstige opgave en laat zien dat we op dit moment nog geen opties kunnen uitsluiten voor het bereiken van het doel in 2050.

De mogelijkheden voor Nederland per energiefunctie

Tabel 5.4 geeft een indicatie van hoe deze CO_2-arme energiedragers in Nederland ingezet kunnen worden om te voldoen aan de vraag van de vier verschillende energiefuncties. Er zal een verschuiving plaats vinden van een overzichtelijk aantal opties van technologieën en energiedragers (met name gas, kolen en olie) naar een zeer gediversifieerde mix van technologieën en energiedragers. Binnen Nederland kan die mix per regio verschillen.

89 PBL, 2014, Biomassa: wensen en grenzen; Ecofys, NWP en Blueconomy, 2014, Marktkansen en bijdrage aan verduurzaming van innovatieve technologie voor energie met water; PBL, 2012, Naar een duurzamere warmtevoorziening van de gebouwde omgeving in 2050; PBL en ECN, 2011, Naar een schone economie: routes verkend.

90 Exclusief inzet aquifers en opslag in de Noordzee van het VK en Noorwegen. Bij de omrekening van gigaton CO_2 naar petajoule is uitgegaan van 50% kolen en 50% gas.

91 De winning van aardgas in Nederland of de import ervan uit het buitenland is moeilijk uit te drukken in een potentieel voor 2050, omdat deze wordt bepaald door de huidige voorraden en het winningstempo in de periode tot 2050. Volgens de huidige schattingen bedraagt de voorraad van het Groningengasveld ongeveer 30.000 PJ. Wereldwijd is er volgens de laatste schattingen van het IEA voldoende voorraad aanwezig om aardgas, in het huidige mondiale verbruikstempo, nog 61 jaar te winnen.

Tabel 5.4 *Energiefuncties en CO_2-arme energiebronnen en -dragers*

Energiefuncties	Huidige energie-bronnen en -dragers	CO_2-arme energiebronnen en -dragers in 2050
Ruimte-verwarming	• Aardgas • Klein aandeel hernieuwbaar	• Elektrificatie (hernieuwbaar, kolen/biomassa + CCS, kernenergie, (bio)gas + CCS) • Omgevingswarmte (warmtepompen, zonnecollectoren) • Bodemwarmte (WKO, geothermie) • (Bio)gas • Restwarmte
Proceswarmte in de industrie	• Aardgas • Klein aandeel kolen	• Gas + CCS • Biomassa + eventueel CCS • Elektrificatie (hernieuwbaar, kolen/biomassa + CCS, kernenergie, (bio)gas + CCS) • Diepe geothermie
Vervoer	• Olie • Klein aandeel biobrandstoffen • Klein aandeel gas en elektriciteit	• Personenvervoer: elektrificatie (hernieuwbaar, kolen/biomassa + CCS, kernenergie, (bio)gas + CCS), waterstof • Bussen: elektrificatie (hernieuwbaar, kolen/biomassa + CCS, kernenergie, (bio)gas + CCS) • Zwaar transport: (bio)LNG, biobrandstoffen • Zee- en binnenvaart: (bio)LNG, biobrandstoffen • Luchtvaart: biobrandstoffen
Kracht en licht	• Kolen en gas • Klein aandeel kernenergie en hernieuwbaar	• Hernieuwbaar (wind, zon-PV, waterkracht, biomassa, geothermie etc.) • Kolen/biomassa + CCS • Kernenergie • (Bio)gas + CCS

Veel innovatie is nodig om het potentieel van CO_2-arme opties te kunnen benutten

Om voor de vier functies van energie te kunnen vertrouwen op de inzet van deze CO_2-arme opties is het belangrijk om zoveel mogelijk zekerheid te krijgen over het potentieel van deze opties. De eerder genoemde potentiëlen van de CO_2-arme opties zijn niet zonder meer op korte termijn te benutten. Enkele technologieën zijn al dusdanig ontwikkeld dat zij (bijna) kunnen concurreren met fossiele energiedragers, zoals wind-energie op land en sommige toepassingen van biomassa. De meeste technologieën zijn in de huidige marktomstandigheden echter nog niet rendabel. Daarvoor is een verdere ontwikkeling nodig om het potentieel daadwerkelijk, tegen maatschappelijk aanvaard-bare kosten, te kunnen benutten.

De innovatie-uitdaging per energiefunctie is als volgt te kenschetsen. Voor verduurzaming van proceswarmte in de industrie zijn op een aantal terreinen fundamentele, technische innovaties nodig die ingrijpen op industriële (kern)processen. Ook ligt een grote uitdaging in het ontwikkelen van geheel nieuwe producten en substituten voor bestaande energie- en CO_2-intensieve producten, die aansluiten bij de maatschappelijke behoeften en uitdagingen in 2050.

Bij ruimteverwarming is het met name zoeken naar creatieve oplossingen voor inpassing van duurzame energiedragers in gebouwen en de omgeving, naar systeeminnovaties en naar slimme vindingen die acceptatie en implementatie van duurzame alternatieven versnellen. Toepassing ervan hangt in belangrijke mate af van het renovatietempo van gebouwen.

Voor elektriciteit ligt een grote uitdaging bij de verdere flexibilisering van het energiesysteem. Dit vergt onder andere onderzoek naar conversie- en opslagmogelijkheden en diverse andere vindingen die de integratie van variabele hernieuwbare bronnen bespoedigen. Daarnaast kan de ruimtelijke inpassing worden vereenvoudigd door innovaties die energieopwekking of -besparing slim combineren met andere functies van gebouwen, producten en diensten.

Voor vervoer liggen innovatie-uitdagingen op verschillende terreinen. Voor zwaar transport is op verschillende terreinen fundamentele technische innovatie nodig. Systeeminnovaties zijn nodig om vervoer in steden slim en op een duurzame manier op elkaar aan te laten sluiten. Sociale innovaties en slim gebruik van ICT helpen de vraag naar vervoer en keuze van transportmiddel te optimaliseren.

Op systeemniveau is behoefte aan grootschalige demonstratie van CCS, zowel voor elektriciteit als in de industrie. Verder is doorontwikkeling nodig van diverse biomassa-omzettingstechnologieën (zoals vergassing) en is het voor biomassa van groot belang om duurzame productie- en handelsketens op te zetten. Ook is inzet nodig op de ontwikkeling en demonstratie van opslagmogelijkheden.

Ten slotte speelt de ruimtelijke inpassing en het lokale draagvlak een rol bij de mate waarin en de snelheid waarmee CO_2-arme opties ingezet kunnen worden. Er is tijd nodig om op een zorgvuldige wijze alle (lokale) ruimtelijke belangen mee te wegen. Dit geldt met name voor het inpassen van windenergie, nieuwe kerncentrales, gaswinning en de opslag van CO_2.

5.2 Overwegingen per energietechnologie- en bron

Er zijn verschillende opties om energie te besparen en om op een CO_2-arme wijze energie op te wekken. Voor de ene functie zijn meer of juist minder opties beschikbaar dan voor de andere. Voor elektriciteit en lage temperatuurwarmte zijn er (nu al) veel opties, terwijl er relatief weinig opties zijn voor hoge temperatuurwarmte, mobiliteit en transport. Opties hebben voor- en nadelen ten opzichte van elkaar wat betreft hun duurzaamheid, betaalbaarheid, betrouwbaarheid en veiligheid, maar ook ten aanzien van economische kansen en ruimtelijke inpassing. Hieronder worden voor verschillende opties belangrijke overwegingen geschetst.

Biomassa

Biomassa is voor vele toepassingen geschikt: voedsel, veevoer, materialen, grondstof in de industrie (chemicaliën en plastics) en energie. Het heeft de voorkeur biomassa toe te passen daar waar alternatieve opties beperkt zijn en waar per energie-eenheid biomassa de meeste fossiele energiedragers kunnen worden vervangen. Het gebruik van reststromen en het sluiten van kringlopen zijn daarvoor van groot belang. Met de kennis van nu ligt het voor de hand om biomassa toe te passen als hoogwaardige grondstof voor de biobased economie, bijvoorbeeld voor de productie van chemicaliën, als brandstof voor proceswarmte in de industrie en als brandstof voor lucht-, zee- en binnenvaart. Daarnaast kan biomassa een rol spelen als back-up of voor het opvangen van pieken in de ruimteverwarming en de elektriciteitsopwekking. Op de lange termijn (na 2050) zal de inzet van biomassa mogelijk cruciaal worden om tot een negatieve uitstoot van broeikasgassen te komen.

Biomassa kan, afhankelijk van de gekozen conversietechnologie, vrijwel alle fossiele energiedragers vervangen en voor de verschillende energiefuncties worden ingezet (in gasvorm of vast dan wel vloeibaar). Bovendien zijn er in de energiefuncties transport en proceswarmte in de industrie weinig andere opties beschikbaar. Hierdoor is bio-energie een aantrekkelijke optie voor de energiefuncties.

Onzeker potentieel

Nederland heeft echter maar beperkt ruimte voor eigen productie van bio-energie. Het maximale binnenlandse potentieel wordt momenteel geschat op 200 petajoule[92]. Daarmee is Nederland al snel aangewezen op import van biomassa. Het wereldwijde potentieel van duurzame biomassa is groot, maar behoorlijk onzeker. Deze onzekerheid hangt af van de wereldwijde ontwikkeling van de voedselconsumptie, landbouwproductiviteit, de benutting van marginale landen, ontwikkelingen in de bosbouw, technologieontwikkeling (van bijvoorbeeld bio-raffinage) en de toepassing van recycling en cascadering. De prijs van biomassa (voor energietoepassingen) is hierdoor ook erg onzeker. Naar schatting bedraagt het potentieel voor import 120 tot 780 petajoule.

92 PBL, 2014, Biomassa: wensen en grenzen.

Duurzaamheid
Het is verder van belang om eisen te stellen aan de duurzaamheid van bio-energieproductie. Dit moet waarborgen dat de inzet van biomassa bijdraagt aan CO_2-emissiereductie, dat er geen ongewenste verandering van landgebruik optreedt en dat ecosystemen in stand worden gehouden. De Europese Unie heeft criteria vastgesteld voor biobrandstoffen. Nederland heeft in het kader van het Energieakkoord ook criteria ontwikkeld voor (een deel van de) vaste bio-energiestromen. Het streven is om de ontwikkeling van een Europees geharmoniseerd duurzaamheidssysteem te realiseren. Daarnaast kan de duurzaamheid worden vergroot door in te zetten op efficiëntieverhoging van biomassaproductie en het efficiënt benutten van biomassa door het sluiten en optimaliseren van kringlopen, bijvoorbeeld door het gebruik van reststromen.

Hernieuwbare bronnen voor kracht en licht

Zonnestroom
Hernieuwbare bronnen voor kracht en licht omvatten windenergie, zonnestroom, geothermie en energie uit water. Het potentieel daarvan wordt geschat op 500 tot 750 petajoule in 2050, voornamelijk bepaald door wind en zon[93]. Zonnestroom kan goed worden toegepast op daken. Dit heeft als voordeel dat burgers en bedrijven dit gemakkelijk zelf kunnen toepassen. Wanneer alle geschikte daken van zonnepanelen zouden worden voorzien, kunnen die met de huidige technieken 180 petajoule leveren[94]. Aangezien zonne-energie een variabele energiebron is, kan er een onbalans optreden in de tijd tussen productie en vraag. Het huidige energiesysteem is goed in staat om dat op te vangen. Wanneer de productie door zonnestroom groter wordt, bijvoorbeeld door toenemende rendementen, zal de onbalans verder toenemen en zijn er aanpassingen nodig in het systeem om daar mee om te kunnen gaan (bijvoorbeeld verzwaring infrastructuur, opslag of vraagsturing).

Windenergie
Het technische potentieel van windenergie is groot, maar vanwege de ruimtelijke inpassing is het aantal plekken, met name op land, beperkt. Hierbij spelen ook natuurwaarden en inpassing in het landschap een rol. Alhoewel de opbrengsten op zee hoog zijn, is wind op zee vanwege de uitdagende fysieke omstandigheden duurder dan wind op land. Bovendien nemen de aansluitkosten sterk toe naarmate de afstand tot de kust groter wordt. Het gezamenlijke potentieel is, uitgaande van bestaande technieken, circa 540 petajoule[95]. De potentiële productie door wind op zee bedraagt 470 petajoule, ofwel een opgesteld vermogen van circa 34 gigawatt. Bij wind op land wordt een opgesteld vermogen van circa 8 gigawatt als maximum inpasbaar potentieel beschouwd. Windenergie is net als zonne-energie een variabele energiebron waardoor aanpassingen in het systeem mogelijk nodig zijn. Verdere ontwikkeling van technologie is met name van belang bij wind op zee, waarvan de kosten nu nog relatief hoog zijn. In het kader van het Energieakkoord zijn afspraken gemaakt over kostenreducties tot en met 2020.

93 PBL en ECN , 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend.
94 PBL en DNV GL, 2014, Het potentieel van zonnestroom in de gebouwde omgeving van Nederland.
95 PBL en ECN , 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend.

Geothermie
Ultradiepe geothermie (dieper dan 3500 meter) maakt het mogelijk om met behulp van stoom elektriciteit te produceren. Deze technologie is in Nederland nog niet toegepast en het potentieel kan nog niet goed worden ingeschat.

Water
Elektriciteit uit water biedt voor Nederland kansen gezien de ligging aan zee en de vele kanalen en rivieren. Door gebruik te maken van de getijden, stroming en zoet-zout gradiënten kan elektriciteit worden opgewekt. Technieken bevinden zich nog grotendeels in de experimentele fase. Op termijn kan ruim 40 petajoule worden opgewekt, rekening houdend met natuurwaarden en andere belangen[96].

Hernieuwbare bronnen voor warmte

Hernieuwbare warmte betreft warmte uit de omgeving (zoals de atmosfeer) en bodem, geothermie, zonnewarmte en restwarmte (uit bijvoorbeeld kassen of de industrie). Het gezamenlijke potentieel wordt geschat op 200 tot 550 petajoule, voornamelijk bepaald door omgevings- en bodemwarmte en geothermie. De onzekerheid over het potentieel van (ultra)diepe geothermie is echter groot, omdat technieken in ontwikkeling zijn en nog maar op beperkte schaal worden toegepast. Voor geothermie speelt daarbij dat de warmtevraag voldoende groot moet zijn. Het potentieel ligt daarom vooral bij collectieve warmtesystemen.

Omgevingswarmte uit de bodem en lucht kan worden benut met warmtepompen, toepasbaar voor individuele gebouwen. De bodem treedt daarbij op als een opslag van koude of warmte. Restwarmte van elektriciteitscentrales en industriële processen kan voor andere industriële processen en voor de verwarming van gebouwen en kassen worden benut. Het warmteaanbod dient wel aan te sluiten bij de vraag. Ook moet het aanbod voldoende van omvang en nabij gelegen zijn. Zonnewarmte heeft een beperkt potentieel in Nederland omdat de fysieke condities daarvoor niet heel gunstig zijn.

Afvang en opslag van CO_2 (CCS)

Door het afvangen en opslaan van CO_2 (CCS) is het mogelijk om energie met fossiele brandstoffen op te wekken, terwijl de CO_2-uitstoot drastisch wordt beperkt. Grote elektriciteitscentrales en industriële installaties bieden voldoende schaalgrootte om CCS toe te passen. De CO_2 dient dusdanig te worden opgeslagen dat deze niet meer in de atmosfeer komt. Daarvoor lenen zich lege gas- en olievelden, aquifers en steenkoollagen, onder zee of land. Nederland heeft in 2011 besloten om vooralsnog geen CCS op land toe te passen vanwege mogelijke risico's, milieueffecten en maatschappelijke gevoeligheden. Naast afvang- en opslaginstallaties, is er ook infrastructuur nodig. Naarmate de afstand groter wordt, zullen de kosten met name bij opslag op zee snel toenemen. Desondanks wordt CCS in potentie als een kosteneffectieve optie gezien om de uitstoot van CO_2 te verminderen. Ook is het potentieel groot. Het potentieel van CCS in lege Nederlandse

96 Ecofys, 2014, Marktkansen en bijdrage aan verduurzaming van innovatieve technologie voor energie met water.

gas- en olievelden wordt geschat op 1 tot 2 gigaton CO_2 onder land en 1,2 gigaton CO_2 onder zee[97]. Bij een gelijkmatige verdeling daarvan over 50 jaar kan jaarlijks 24 megaton CO_2 (alleen op zee) tot 44 megaton CO_2 (zee en land) worden opgeslagen. Dit is zonder het Groningen-gasveld, met een geschatte capaciteit van 9 gigaton. Naar aquifers is in Nederland veel minder onderzoek gedaan. Het potentieel hiervan is dan ook onzeker en wordt nu geschat op 0,07-0,15 gigaton CO_2. Het potentieel van acquifers in de niet-Nederlandse delen van de Noordzee is daar waarschijnlijk nog een meervoud van. Alhoewel de technologie zelf al geruime tijd wordt toegepast in de olie- en gaswinningsindustrie, bevindt het afvangen en opslaan van CO_2 bij centrales en andere industrieën zich nog in de demonstratiefase. In Nederland ligt de ontwikkeling daarvan al enige jaren stil. In het buitenland draaien al wel enkele installaties, maar nog op beperkte schaal.

Wanneer CCS gecombineerd wordt met het verstoken van biomassa, bijvoorbeeld voor de productie van elektriciteit, kunnen CO_2-emissies worden vastgelegd. Dit wordt ook wel bio-CCS genoemd. De inzet van bio-CCS wordt op de lange termijn in een mondiale context noodzakelijk geacht, omdat de wereld na 2050 het CO_2-gehalte in de atmosfeer actief zal moeten verminderen om de opwarming tot 2 graden van het klimaat blijvend te beperken[98].

Mondiale voorraden fossiele brandstoffen

De fossiele energiedragers aardolie, aardgas en kolen zijn in de huidige energievoorziening van groot belang. Ook in de periode naar een koolstofarme energievoorziening blijven fossiele energiedragers voor sommige energiefuncties belangrijk. De komende decennia zijn de mondiale voorraden nog ruim genoeg. Uitgaande van de bewezen reserves en het huidige tempo van gebruik is er voldoende aardolie, aardgas en kolen voor respectievelijk 52 jaar, 61 jaar en 122 jaar[99]. Wanneer ook rekening wordt gehouden met de technisch winbare voorraden dan is er nog voor bijna twee eeuwen voldoende aardolie en aardgas. Kolen kunnen in theorie nog langer worden gebruikt. De brandstof voor kerncentrales, uranium, is op basis van het huidige verbruik voldoende aanwezig om nog 120 jaar te kunnen worden ingezet.

97 PBL en ECN , 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend.
98 IPCC, 2014, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
99 IEA, 2015, World Energy Outlook 2015.

Nu geen business case voor kernenergie

Uitgaande van maximaal vier grote nieuwe centrales wordt de potentiële jaarlijkse bijdrage van kernenergie aan de Nederlandse energievoorziening geschat op maximaal 200 petajoule elektriciteit in 2050 (nu 15 petajoule per jaar). Hoewel er op dit moment geen initiatieven zijn voor de bouw van een nieuwe kerncentrale, is het denkbaar dat dit bij gunstige marktcondities in de toekomst (mogelijk vanaf 2023-2025) anders zal zijn[100]. Marktpartijen die aan alle randvoorwaarden voldoen (onder andere nucleaire veiligheid, non-proliferatie en voldoende financiële reservering voor ontmanteling), kunnen een vergunning voor de bouw van een kerncentrale krijgen[101]. Innovaties kunnen leiden tot veiligere centrales, tot een verkorting van de levensduur van radioactief afval en een toename in het gebruik van goedkopere brandstoffen. Hierdoor wordt de kans op een eventuele vergunningaanvraag in de toekomst vergroot.

Een voorbeeld hiervan is het gebruik van thorium als brandstof. Thorium komt naar schatting circa viermaal meer voor in de natuur dan uranium. Indien thorium wordt toegepast in bestaande reactoren zal er echter nog altijd radioactief afval ontstaan[102]. Op korte termijn is het niet mogelijk om thorium als brandstof in te zetten in bestaande reactoren. Zo is er tot op heden geen infrastructuur voor het op grote schaal produceren van thorium als brandstof. Bij de huidige (en voorzienbare) uraniumprijzen zullen de benodigde investeringen niet gedaan worden. Potentieel zou thorium in gesmolten-zoutreactoren efficiënter als brandstof kunnen worden ingezet. In dat geval is de productie van langlevend radioactief afval nihil en neemt de radioactiviteit van het resterende afval na enkele honderden jaren sterk af. Een ander belangrijk voordeel van deze reactor is bovendien dat deze inherent veilig is. Er dient echter nog wel het nodige onderzoek gedaan te worden voordat gesmolten-zoutreactoren voor de productie van energie kunnen worden gebouwd. De overheid steunt het onderzoek naar innovaties, zoals gesmolten-zout reactoren en andere generatie IV reactoren, die op termijn een rol zouden kunnen spelen in de energievoorziening.

Geen nieuwe kolencentrales

Bij een Europees klimaatdoel van 80 tot 95% reductie in 2050 is er nagenoeg geen CO_2-emissieruimte voor de elektriciteitsopwekking in Europa. De elektriciteitsmarkt maakt op dit moment een transitie door met een snel toenemend gebruik van hernieuwbare energie. We zetten in op het stimuleren van meer hernieuwbare energieproductie. In deze transitie passen geen nieuwe kolencentrales.

Afspraken in het Energieakkoord

In het Energieakkoord hebben we afgesproken dat we de meest vervuilende elektriciteitsproductie versneld uitfaseren. Door de rendementseisen die het kabinet invoert, zullen in

100 Frontier Economics, 2015, Scenarios for the Dutch electricity supply system. ECN, PBL, 2015, Nationale Energieverkenning 2015.

101 Kamerstuk 32 645, nr. 1.

102 Serp et al., 2014, The molten salt reactor (MSR) in generation IV: Overview and perspectives.

de periode tot 1 juli 2017 de vijf oudste kolencentrales sluiten. Na 2017 zullen er in Nederland nog vijf kolencentrales overblijven, waarvan er drie het afgelopen jaar pas in gebruik zijn genomen. De investeringen die de betrokken bedrijven in deze drie centrales hebben gedaan, bedragen in totaal circa € 5,5 miljard. In het kader van de energietransitie moeten ook deze centrales ervoor zorgen dat hun milieudruk wordt verkleind. Daarom hebben we in het Energieakkoord afgesproken dat de resterende vijf kolencentrales duurzame biomassa gaan bijstoken, waarmee zij hun CO_2-uitstoot beperken en hernieuwbare energie produceren. De bijstook van duurzame biomassa in kolencentrales is goed voor ruim 1%-punt van onze doelstelling van 14% hernieuwbare energie in 2020 en 16% in 2023. Op deze manier zorgen de afspraken die we in het Energieakkoord hebben gemaakt met de energiebedrijven en de natuur- en milieuorganisaties ervoor dat ook de resterende kolencentrales hun bijdrage leveren aan de energietransitie. Voor het uiteindelijk uitfaseren van de kolencentrales zal het kabinet samen met de sector en andere betrokkenen verschillende varianten uitwerken.[103]

Versterking van het Europese Emissiehandelssysteem
De energietransitie die we hebben ingezet moeten we vanuit een Europees perspectief bekijken. Dat is van belang omdat we een sterk geïntegreerde Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt hebben en omdat elektriciteitsproductie onder het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) valt.

Ondanks de snelheid waarmee we de energietransitie nu ingezet hebben, zullen fossiele brandstoffen nog lange tijd onderdeel uitmaken van de Nederlandse energiemix. Gebruik van aardgas voor de elektriciteitsproductie is aanzienlijk minder belastend voor het milieu dan het gebruik van kolen. Naast de concrete maatregelen om de CO_2-uitstoot van kolencentrales te beperken, zetten we om die reden in op het versterken van het ETS zodat er een effectieve prijsprikkel van uitgaat. Dit moet ervoor zorgen dat de elektriciteitsmarkt nadrukkelijker wordt gericht op gebruik van de minst vervuilende technologieën. Exploitanten van kolencentrales zullen hierdoor op termijn om economische redenen gedwongen worden tot het nemen van maatregelen om de uitstoot van hun centrales te beperken, bijvoorbeeld door meestook van biomassa, door CCS, door een combinatie van beiden of door hun centrales te sluiten. Tegelijkertijd is het van belang dat er voldoende, betaalbare CO_2-arme opties voor de elektriciteitsopwekking beschikbaar zijn. De ontwikkeling van nieuwe CO_2-arme opties, zoals energie uit zon, wind en water, wordt gestimuleerd door gunstige marktcondities te creëren en innovatiebeleid te voeren.

Ontwikkeling van CO_2-afvang en opslag
De inzet van CCS wordt op dit moment voorbereid bij een van de nieuwe kolencentrales op de Maasvlakte in het Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject (ROAD). Dit demonstratieproject dient ertoe om de CCS-technologie verder te ontwikkelen en moet ertoe leiden dat in de demonstratiefase jaarlijks 1,1 miljoen ton CO_2 wordt afgevangen en opgeslagen. Daarbij wordt ook benutting van de afgevangen CO_2 voor de tuinbouw-

[103] Kamerstuk 30196 nr. 380.

kassen in het Westland onderzocht. Ontwikkeling van deze technologie is van belang voor CO_2-reductie bij alle vormen van fossiele energieproductie en in de industrie.

Aardgas

Aardgas speelt momenteel een essentiële rol in de Nederlandse energievoorziening: het voorziet in ruwweg 40% van onze primaire energiebehoefte. Vrijwel alle Nederlandse huishoudens, bedrijven, ziekenhuizen en winkels maken gebruik van aardgas. Aardgas is van alle fossiele energiebronnen het meest CO_2-arm en is een efficiënte energiedrager. Aardgas zal worden ingezet waar CO_2-arme energie-opties en energiebesparing beperkt mogelijk zijn, ook na 2050 indien dit noodzakelijk blijkt. Daarom willen we het gebruik van aardgas, naarmate de transitieperiode vordert, steeds meer beperken tot die energiefuncties waar (nog) geen alternatief beschikbaar is. Dat is met de huidige inzichten het geval bij de productie van proceswarmte in de industrie, goederentransport over weg en water en de piekproductie van elektriciteit. Voor zover het daarbij stationaire bronnen betreft, zal dit gebruik van aardgas gepaard moeten gaan met CCS, dan wel moet aardgas vervangen worden door gasvormige energiedragers uit duurzame bronnen (groen gas). Het overige aardgasgebruik, met name voor de productie van ruimteverwarming, zal zoveel en zo snel als mogelijk vervangen worden door CO_2-arme alternatieven. Dat heeft consequenties voor de binnenlandse gaswinning, voor de gebruikers, voor de infrastructuur en voor de daarbij betrokken organisaties en bedrijven.

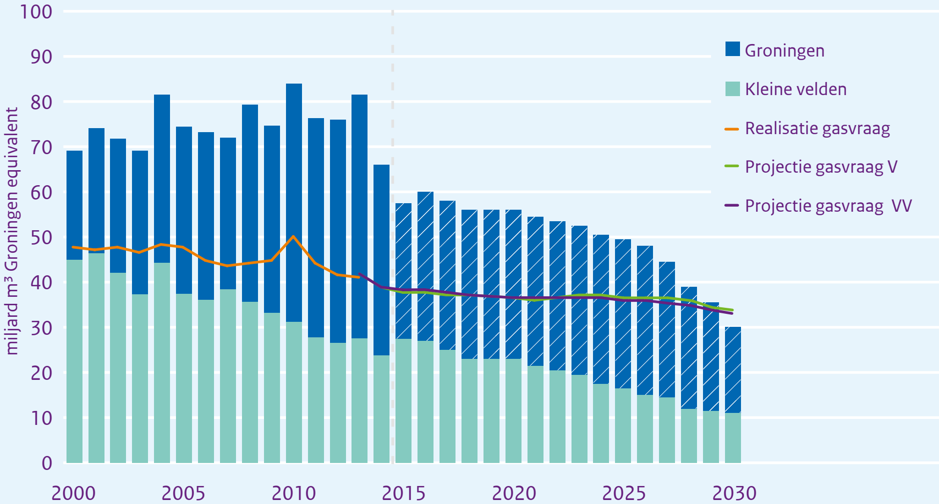
Groningenveld

Zolang we zelf nog aardgas nodig hebben, draagt veilige gaswinning tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten in Nederland bij aan een verminderde afhankelijkheid van het importeren van aardgas uit het buitenland. Het gas dat we in Nederland gebruiken komt uit het Groningenveld, uit de Nederlandse kleine gasvelden en uit het buitenland. Decennialang hebben Nederland en West-Europa kunnen profiteren van de aanzienlijke Nederlandse gasvoorraden. Deze voorraden nemen weliswaar gestaag af, maar er zitten nog steeds substantiële hoeveelheden in de Nederlandse bodem, met name in het Groningenveld (700 miljard m^3). De afnemende binnenlandse productie van aardgas loopt parallel aan de doelstelling om de CO_2-emissies te reduceren.

Figuur 5.5 laat de Nederlandse gasvraag en gasproductie zien zoals geraamd in de Nationale Energieverkenning 2015. Het is belangrijk om te benadrukken dat het huidige winningsbesluit voor 2016 en toekomstige winningsbesluiten hierin niet zijn meegenomen. Nederland zal op termijn veranderen van een netto-exporteur in een nettoimporteur van aardgas. Door het beperken van de gaswinning naar aanleiding van de aardbevingen in Groningen zal deze omslag versneld, dat wil zeggen al in de periode 2025-30, plaatsvinden (zie figuur 5.5). Wanneer de gaswinning verder wordt beperkt kan de omslag nog eerder plaats vinden.

Het aardgas dat in Groningen wordt gewonnen is van een bijzondere kwaliteit, omdat de calorische waarde (de energie-inhoud per volume eenheid) ervan relatief laag is. Aardgas uit kleine velden en het gas dat wordt geïmporteerd heeft een hogere calorische waarde. Hoogcalorisch aardgas wordt vooral gebruikt voor proceswarmte in de industrie en voor elektriciteitsproductie, terwijl de ruimteverwarming in hoofdzaak wordt gedekt met laagcalorisch gas uit Groningen. De gasapparatuur in woningen en bedrijven is ook aangepast op deze gaskwaliteit. In principe kan de gasvraag voor deze functie ook gedekt worden met hoogcalorisch aardgas, maar dan moet dit aardgas eerst worden bewerkt ('kwaliteitsconversie'). Dat gebeurt in twee grote stikstofinstallaties van Gasunie Transport Services (GTS) waarbij stikstof aan het hoogcalorische aardgas wordt toegevoegd. De capaciteit van deze installaties is begrensd (maximaal 20 miljard m^3) en daardoor is er voorlopig nog aardgas uit Groningen nodig om in de fysieke vraag naar laagcalorisch gas te voorzien. Een derde stikstofinstallatie van GTS die eind 2019 operationeel wordt, zorgt er voor dat vanaf 2020 de behoefte aan Groningengas daalt met 5 tot 7 miljard m^3 ten opzichte van 2016.

***Figuur 5.5** Nederlandse gasproductie en gasvraag**



* *Bron: Nederlandse Energieverkenning 2015*
TNO, 2015, voor historische cijfers, prognoses op basis van ECN berekeningen;
Gasvraag V en VV staan voor de gasvraagprognose bij respectievelijk Vastgesteld beleid en Vastgesteld & Voorgenomen beleid

Als gevolg van de dalende productievolumes uit het Groningenveld wordt vanaf 2020 de transportcapaciteit met Duitsland met 10% per jaar afgebouwd en vanaf 2024 volgt de afbouw van de transportcapaciteit met België en Frankrijk. De buitenlandse gebruikers van het Groningse laagcalorische gas gaan hun netwerken en installaties ombouwen naar hoogcalorisch gas. Dit betekent dat de vraag naar laagcalorisch gas in de jaren 2020 tot en met 2024 met ca. 2 miljard m^3 per jaar zal afnemen en vanaf 2025 met ca. 3 à 4 miljard m^3 per jaar. Ook dit leidt tot een afnemende behoefte aan Groningengas.

Kleine velden
Een verminderde productie uit Groningen kan niet alleen door winning uit andere Nederlandse (kleine) gasvelden worden opgevangen. Om de winning uit kleine velden economisch mogelijk te maken werd in 1974 de winning uit het Groningenveld beperkt. Dit zogenoemde 'kleine velden beleid' resulteerde in een aanzienlijke productie van voornamelijk hoogcalorisch gas uit kleine velden. De totale productie neemt sinds het begin van deze eeuw af en zal de komende jaren snel teruglopen, tot circa 10 miljard m^3 in 2030. Met een stabiel en aantrekkelijk investeringsklimaat en effectievere winningstechnieken kan het kleine veldenbeleid succesvol worden voortgezet. Dit vermindert in de toekomst de afhankelijkheid van gas uit het buitenland.

Kleine gasvelden

Voor de resterende, veelal marginale gasvoorraden, met name op het continentaal plat in de Noordzee, is het cruciaal dat deze in de komende jaren nog kunnen worden aangesloten op de aanwezige infrastructuur (platforms en pijpleidingen) op het Nederlands deel van het continentaal plat. Deze infrastructuur is grotendeels aangelegd in een periode dat er nog grote(re) gasvelden offshore werden ontwikkeld en geproduceerd die de hoge investerings- en onderhoudskosten konden dragen. Als er geen nieuwe volumes worden toegevoegd, zal met het uitputten van deze grotere gasvelden de bijbehorende infrastructuur worden ontmanteld en verdwijnen. Daarna blijven de dan nog resterende kleine, marginale gasvelden onbenut in de ondergrond achter, omdat aanleggen van nieuwe infrastructuur niet rendabel is. Om mijnbouwondernemingen te stimuleren om nog tijdig zoveel mogelijk van deze gasreserves op te sporen en in productie te nemen, is in september 2010 een in de Mijnbouwwet opgenomen financiële stimuleringsmaatregel in werking getreden. Op het ogenblik wordt onderzocht of deze stimuleringsmaatregel moet worden verlengd, bijgesteld of vervangen met als doel de essentiële infrastructuur op het continentaal plat te kunnen blijven gebruiken om daarmee de resterende gasreserves te kunnen benutten.

Bij aardgas geldt dat de winning op verantwoorde wijze en tegen acceptabele kosten moet plaatsvinden, net als bij andere vormen van mijnbouw. Dit vereist onderzoek naar de Nederlandse diepe ondergrond. Dit behelst ook onderzoek naar maatregelen die de risico's verder kunnen verkleinen.

Aardgas uit schalielagen
Een mogelijke manier van gaswinning op de langere termijn is schaliegas uit eigen bodem. In hoofdstuk 2 is aangegeven dat met de kennis van nu de inzet van vrijwel alle CO_2-arme energiedragers nodig is om in de toekomstige energievoorziening te voorzien. Waar mogelijk wordt door onder andere energiebesparing en inzet van meer duurzame bronnen de uitstoot die gepaard gaat met de inzet van fossiele energiebronnen echter verminderd.

Op 10 juli 2015 heeft het kabinet besloten dat commerciële opsporing en winning van schaliegas de komende vijf jaar niet aan de orde is. De onderzoeken die aan dat besluit ten grondslag liggen, geven immers aan dat een aantal effecten van mogelijke schaliegas-winning op dit moment nog onzeker is door het ontbreken van specifieke data uit de diepe ondergrond. Tevens is er maatschappelijke onzekerheid over de impact op leefomgeving en landschap bij daadwerkelijke winning.

Of commerciële opsporing en winning van schaliegas op de langere termijn nodig is, weten we nog niet. Dit zal onder meer afhangen van het tempo en de richting van de transitie, waar mogelijk wordt door onder andere energiebesparing en inzet van duurzame bronnen het gebruik van aardgas zoveel mogelijk verminderd. Bovendien spelen geopolitieke en marktontwikkelingen op de langere termijn een rol. Daarnaast hebben technische ontwikkelingen invloed op de manier van winnen en daarmee op aspecten als veiligheid, milieu en leefomgeving. Om deze redenen kunnen we de optie van schaliegas voor de langere termijn niet nu al uitsluiten.
Op dit moment is er geen duidelijkheid over de hoeveelheid winbaar schaliegas in de Nederlandse ondergrond. Voor een zorgvuldig besluit over vergunningverlening voor opsporing en winning van schaliegas voor commerciële doelen is breed, langjarig onderzoek in internationaal verband nodig, zeker in het licht van de mogelijke risico's en de maat-schappelijke zorg rond schaliegas. In dat licht zal in 2016 een onderzoeksprogramma worden voorbereid dat stap voor stap zal worden opgebouwd. In eerste instantie denken we aan het verzamelen van informatie uit boorkernen die beschikbaar komen uit reeds geplande diepboringen. Op basis van gegevens uit deze boringen kan onder leiding van een wetenschappelijk team worden besloten tot een eventuele vervolgstap in het onderzoek. Daarbij zal meewegen wat er in Europees en internationaal verband aan onderzoek is opgestart. Uiteindelijk kunnen enkele onderzoeksboringen onder de vlag van de overheid onderdeel worden van het onderzoeksprogramma. Tijdens de huidige kabinetsperiode zullen er geen schaliegasboringen plaatsvinden.

Op het moment dat de onderzoeksdata beschikbaar zijn, is een zorgvuldige politiek-maatschappelijke weging nodig. Of en onder welke voorwaarden schaliegas tot de opties blijft behoren, zal onderdeel zijn van deze weging. Daarbij zullen de decentrale overheden actief worden betrokken. Dit is in lijn met de aanbevelingen van de Commissie m.e.r. over schaliegas.

De ruimtelijke uitwerking van de besluitvorming over schaliegas wordt opgenomen in de Structuurvisie Ondergrond.

Noordwest-Europese gasmarkt

Met de gasrotonde-strategie heeft Nederland zich tijdig voorbereid op de aflopende binnenlandse productie. Dankzij deze strategie beschikt Nederland over voldoende transport- en opslagcapaciteit, en door de diversificatie van het aanbod (LNG uit diverse landen, Noors en Russisch gas) is het niet afhankelijk van een bepaalde partij. Inmiddels is de Nederlandse gasmarkt een van de best functionerende gasmarkten van Europa. Een goed functionerende gasmarkt leidt er toe dat kopers een eerlijke prijs betalen voor het gas. Dat is van belang voor het concurrentievermogen van de Nederlandse bedrijven en de koopkracht van de huishoudens die het gas uiteindelijk gebruiken. Daarnaast trekt een goed functionerende gasmarkt, in combinatie met een infrastructuur die op orde is, internationale gasstromen aan en dat heeft een gunstig effect op de leveringszekerheid.

Momenteel vervult Nederland een belangrijke rol in de Noordwest-Europese gasmarkt door aardgas te winnen, te importeren, op te slaan en te exporteren. In 2014 bedroeg de winning 66 miljard m^3, terwijl het eigen verbruik 38 miljard m^3 was. Tegelijkertijd exporteerde Nederland 56 miljard m^3 en werd er 28 miljard m^3 geïmporteerd, grotendeels uit Noorwegen en verder vooral uit Rusland. Aardgas kan worden geïmporteerd via pijpleidingen of als vloeibaar gas (LNG) met zeetankers waarvoor reeds diverse terminals in Nederland en omringende landen aanwezig zijn. Aardgas wordt geëxporteerd naar hoofdzakelijk België, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland.

Het wereldwijde aanbod van LNG zal de komende jaren sterk stijgen. Hoe de Europese LNG markt zich ontwikkelt hangt mede af van de prijsvorming die nu vooral wordt bepaald door (hogere) prijzen in Azië. West Europa heeft voldoende capaciteit aan LNG terminals om een sterke groei van LNG import te verwerken. LNG komt momenteel voornamelijk uit Noord-Afrika en het Midden-Oosten. Aardgas via pijpleidingen wordt geïmporteerd uit Noorwegen of Rusland. Op de lange termijn zal Noordwest Europa aangewezen blijven op aardgas uit Noorwegen, Rusland en LNG. Rusland heeft nog veel onbenutte productiecapaciteit en is via een netwerk van pijpleidingen (onder andere Nordstream) goed verbonden met Europa. Het verdient echter de voorkeur om niet te afhankelijk te zijn van import uit één land of regio. Het is van belang om de voor diversificatie benodigde infrastructuur (ook voor LNG) goed op orde te houden.

Door de ervaringen die de afgelopen decennia op het gebied van gas zijn opgedaan heeft Nederland zich kunnen positioneren als gasland met een hoogwaardige kennispositie. De gasrotonde-strategie stelt marktpartijen in Nederland in staat om op de Noordwest-Europese markt de benodigde gasstromen aan te trekken die nodig zullen zijn voor het binnenlandse gasverbruik. Ook vanuit internationaal oogpunt is deze positie van Nederland van belang. Door de gunstige geografische ligging, het wijdvertakte transportnetwerk, uitgebreide faciliteiten voor de opslag van aardgas, en een liquide gasmarkt met de virtuele handelsplaats (TTF) en de gasbeurs (ICE Endex), blijft Nederland een ideaal knooppunt voor de internationale gashandel, ook wanneer het eigen gasverbruik afneemt.

Fossiele olie blijft belangrijk voor zwaar transport en lucht- en zeevaart

Fossiele olie blijft waarschijnlijk op de lange termijn een belangrijke energiedrager voor transport en mobiliteit. Daar waar personenvervoer in belangrijke mate kan overschakelen op elektrisch rijden (al dan niet met behulp van waterstof) is de omschakeling bij zwaar transport en in de lucht- en zeevaart aanzienlijk lastiger omdat de beschikbare CO_2-arme opties nu heel beperkt zijn. De voornaamste opties daarvoor zijn biobrandstoffen en (bio)LNG. De onzekerheden over de potentiële, technologische ontwikkeling en kosten van deze opties zijn nu nog groot. Daarom zal bij een (Europees) klimaatdoel van 80% emissiereductie een deel van de resterende CO_2-emissieruimte beschikbaar zijn voor zwaar transport en lucht- en zeevaart. Bij een klimaatdoel van 95% emissiereductie zal de rol van fossiele brandstoffen bij zwaar transport verder beperkt moeten worden.

5.3 Infrastructuur en kostenreductie als belangrijke randvoorwaarden

Het belang van infrastructuur en opslag

De energie uit hernieuwbare bronnen zoals zon, wind en water is niet altijd op de juiste momenten, in de juiste kwaliteit of op de juiste plek beschikbaar. De mogelijkheid om energie te transporteren en op te slaan kan de toepassing van variabele hernieuwbare bronnen aanzienlijk vergroten. Opslagtechnologieën zijn momenteel nog niet toereikend. Bovendien beperken geografische omstandigheden in Nederland de mogelijkheden om energie op te slaan. Daarom is het potentieel van zonne-energie en andere vormen van variabele bronnen in Nederland in verschillende scenario's beperkt[104].

Voor de inzet van energiedragers is transport over grotere afstanden een voorwaarde om te kunnen profiteren van gunstigere (weer)condities in andere landen. Zo zouden we bijvoorbeeld zonnestroom uit Zuid-Europa kunnen importeren. Transport kan daardoor bijdragen aan een kosten-efficiënte en betrouwbare Europese energievoorziening. Niet elke energiedrager leent zich even goed voor transport over langere afstanden. In geval van (rest)warmte is dat bijvoorbeeld lastig. Als nadelen van transport gelden netverliezen en investeringen die nodig zijn in (kostbare) infrastructuur. Vanwege de onzekerheid over de omvang van zowel de vraag als het aanbod van binnenlandse bronnen (zie tabel 5.3) is het onvermijdelijk om energie te blijven importeren. Een adequate infrastructuur met verbindingen met het buitenland is daarvoor een randvoorwaarde. Dit schept ook kansen voor het bedrijfsleven dat dan kan inspelen op de vraag en het aanbod van energiedragers.

104 Zie onder meer CPB, 2015, Technological uncertainty in meeting Europe's decarbonisation goals; PBL, 2014, Balans van de Leefomgeving; PBL en ECN , 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend.

Daarnaast vergroten opslag en het integreren van het energiesysteem de mogelijkheden om een betaalbare en betrouwbare energievoorziening te realiseren. Ongebruikte energie uit variabele bronnen zoals uit zon en wind zou kunnen worden opgeslagen in de accu's van elektrische auto's, of worden gebruikt voor het verwarmen van gebouwen. Ook de omzetting naar een andere energiedrager die beter is op te slaan, zoals waterstofgas, biedt kansen (zie tekst box Power-to-X). Veel van deze omzettingen bevinden zich nog in de experimentele fase.

Power-to-X als kans en voorbeeld van toenemende integratie tussen economische sectoren

Elektriciteit kan worden omgezet in gasvormige of vloeibare producten. Dit heet Power-to-Gas respectievelijk Power-to-Liquids. Door middel van elektrolyse kan elektriciteit worden omgezet in waterstof dat als brandstof kan worden gebruikt voor bijvoorbeeld transport. Andere mogelijke producten zoals methaan, methanol en synthetische diesel of kerosine vereisen naast elektriciteit ook een koolstofbron zoals CO_2. Die CO_2 kan bijvoorbeeld afkomstig zijn van een CO_2-afvanginstallatie bij een ander productieproces. De inzet van deze producten in de energievoorziening kan tot CO_2-reducties leiden wanneer daarmee de verbranding van fossiele energiedragers wordt vermeden. Power-to-Gas en Power-to-Liquid zijn technologieën waarmee integratie kan plaatsvinden tussen de elektriciteitsmarkt en de markt voor energiedragers die gemakkelijker dan elektriciteit zijn op te slaan.
Op dit moment zijn deze technieken in Nederland niet rendabel en ook niet nodig om vraag en aanbod van elektriciteit te balanceren[105]. Na verdere ontwikkeling en kostenverlaging kunnen deze technieken op de langere termijn – bij een hoog aandeel variabele elektriciteitsproductie uit zon en wind – een belangrijke rol spelen in de flexibilisering van de elektriciteitsmarkt.

Onzekere kosten van toekomstige energievoorziening

De omslag naar een koolstofarme energievoorziening vereist grote investeringen, zowel om energie te besparen als om hernieuwbare energie op te wekken en CO_2 op te slaan. De hoogte van die investeringen is echter ongewis. Omdat technologieën nog in ontwikkeling zijn, valt over de kosten van technologieën op de lange termijn weinig met zekerheid te zeggen. In de afgelopen jaren zijn de kosten van veel technologieën sterk gedaald, zoals van windenergie en met name van zonnepanelen[106]. Die kostendaling zet zich naar verwachting nog door, maar in welke mate is onzeker. Ook kunnen kosten toenemen naarmate deze in moeilijkere omstandigheden (bijvoorbeeld verder op zee) geïnstalleerd moeten worden. Ook door scherpe veiligheidseisen kunnen kosten hoger uitvallen, zoals blijkt bij de bouw van nieuwe kerncentrales.

105 ECN en DNV GL, 2014, De rol van power-to-gas in het toekomstige Nederlandse energiesysteem.
106 IEA, 2015, World Energy Outlook 2015.

Besparing door lager energieverbruik
Aan de andere kant worden er ook kosten vermeden door een lager energieverbruik en doordat er minder fossiele brandstoffen ingekocht hoeven te worden. Hoe groot die besparing is valt moeilijk te zeggen. Bij uitblijven van een ambitieus, mondiaal klimaatbeleid, verwacht de IEA dat de prijzen voor olie, kolen en gas zullen oplopen als gevolg van een toenemende vraag en oplopende winningskosten. De besparing kan dan groot zijn.

De besparing kan echter weer lager uitvallen als de prijzen voor fossiele brandstoffen juist dalen als gevolg van vraaguitval door bijvoorbeeld ambitieus klimaatbeleid.

Investeringskosten steeds belangrijk voor kostenstructuur
Daarnaast verandert de kostenstructuur van energie. Nu wordt deze – los van belastingen – voornamelijk bepaald door de variabele brandstofkosten van olie, gas en kolen. In een toekomstige energievoorziening met hoge aandelen hernieuwbare energie, zullen de energiekosten veel meer bepaald worden door de (eenmalige) investeringskosten. De variabele kosten voor energie uit hernieuwbare bronnen zoals zon, wind en water zijn (vrijwel) nul. Voor biomassa blijven variabele kosten een belangrijk onderdeel van de kostenstructuur. De prijsontwikkeling daarvan is nog onzeker, omdat er grote onzekerheden zijn over de beschikbaarheid van duurzame biomassa voor energietoepassingen en de markten daarvoor in nog ontwikkeling zijn. Andere factoren die grote invloed hebben op de kosten van CO_2-arme energietechnologieën zijn de prijsontwikkeling van grondstoffen en de beschikbaarheid van gespecialiseerd materieel en personeel. Zo hebben de prijzen van bijvoorbeeld koper en staal invloed op de prijs van windturbines en elektriciteitsinfrastructuur.

Baten en kosten van een koolstofarme energievoorziening
Geschat wordt dat de directe meerkosten in Nederland van een koolstofarme energievoorziening in 2050 ten opzichte van de referentie situatie ongeveer 10 miljard euro per jaar bedragen[107]. De onzekerheidsmarge is echter groot. Wanneer met een optimistische bril naar de technologie- en prijsontwikkeling wordt gekeken, kunnen de directe kosten vergelijkbaar zijn met het referentiesysteem. Wanneer de ontwikkelingen pessimistisch worden ingeschat, kunnen de directe kosten meer dan 20 miljard euro per jaar hoger zijn. Hierbij wordt er van uitgegaan dat er mondiaal wordt toegewerkt naar een koolstofarme economie. Er is geen rekening gehouden met (vermeden) kosten en baten die niet direct op de energierekening zijn terug te vinden, zoals de gevolgen van een veranderend klimaat en gezondheidsbaten door een schonere lucht. Wanneer daar wel rekening mee zou worden gehouden, wegen de baten van een koolstofarme energievoorziening al snel op tegen de hogere (directe) kosten ervan[108].

[107] PBL en ECN , 2011, Naar een schone economie in 2050: routes verkend; ECN en SEO,2012,Kosten en baten klimaatbeleid 2050 .

[108] PBL, 2015, Kosten en baten van klimaatbeleid.

6 Energiedialoog

In dit Energierapport hebben we onze visie op en strategie voor de toekomstige energievoorziening geformuleerd. We kiezen voor een CO_2-arme energievoorziening die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is en kansen biedt aan het innoverende bedrijfsleven. De huidige energievoorziening zal drastisch veranderen. Deze overgang raakt de hele maatschappij: energielevering en -gebruik gaan ons allemaal aan. Op dit moment zien we dat veel burgers, bedrijven, kennisinstellingen, overheden en maatschappelijke organisaties al nadenken over en werken aan de energievoorziening van de toekomst.

Het Energierapport toont aan dat Nederland de komende decennia grote stappen moet zetten in de transitie van de ruimteverwarming, de proceswarmte in de industrie, het vervoer en kracht en licht. Nederland heeft veel kennis en kunde in huis om dit te realiseren. Het is zaak om met elkaar te kijken hoe we deze kennis over de energietransitie kunnen mobiliseren. Tegelijkertijd leven er in de samenleving zorgen over de consequenties van de transitie, zoals het mogelijke beslag dat energieopwekking legt op de schaarse ruimte in ons land. Het is belangrijk dat we de zorgen die er rondom de energietransitie leven met elkaar kunnen bespreken en dat we werken aan gedragen oplossingen. Alleen dan kunnen wij in Nederland effectief inzetten op een transitie naar een duurzame energievoorziening met een breed draagvlak.

Publieksonderzoek naar draagvlak voor verduurzaming van energie

Uit het publieksonderzoek, uitgevoerd door Motivaction[109], blijkt:

- Het gevoel van urgentie over het energievraagstuk is nog relatief laag: slechts 18% van de Nederlanders plaatst het energievraagstuk in zijn top 5 van te adresseren maatschappelijke onderwerpen. Tegelijkertijd is het besef van een ecologisch probleem aanwezig en staan Nederlanders positief tegenover de verduurzaming van de energievoorziening.
- Nederlanders schatten het huidige aandeel hernieuwbare energie in de totale energievoorziening veel hoger (33%) in dan het daadwerkelijk is (5,6%). Tegelijkertijd onderschatten mensen juist het aandeel gas in de energiemix. Slechts een kwart van de energie wordt geleverd door gas, zo denken mensen, terwijl dit in werkelijkheid 42% is.
- Nederlanders houden zichzelf in beperkte mate verantwoordelijk voor de energietransitie. Als Nederlanders nadenken over wie zij het meest verantwoordelijk vinden voor de verduurzaming van het energiegebruik, komen ze in de eerste plaats uit bij de Rijksoverheid en de energiebedrijven. Pas in tweede instantie geven ze aan ook bedrijven in het algemeen verantwoordelijk te vinden, de bewoners van Nederland en zichzelf.
- Een kleine meerderheid is gemotiveerd om zelf bij te dragen en ziet daartoe ook concreet handelingsperspectief. Nederlanders zijn iets vaker bereid tot energiezuinig gedrag dan tot het afnemen of zelf opwekken van hernieuwbare energie. Betaalbaarheid en onafhankelijkheid zijn belangrijke waarden voor de Nederlandse burger.
- Weerstand tegen bepaalde energie-opties ontstaat vaak als bepaalde kernwaarden in het geding zijn. Voorbeelden hiervan zijn: twijfels over veiligheid, ecologische gevolgen, kosten en effectiviteit, beknotting van keuzevrijheid en afname van comfort.

109 Motivaction, 2015, Energievoorziening 2015-2050: publieksonderzoek naar draagvlak voor verduurzaming van energie.

Doelstelling Energiedialoog

Burgers, bedrijven, kennisinstellingen, andere overheden en maatschappelijke organisaties worden met het Energierapport uitgenodigd om deel te nemen aan een dialoog over de transitie naar een duurzame energievoorziening. De dialoog moet bijdragen aan de verdere vormgeving van de energietransitie.

De dialoog zal uitmonden in een beleidsagenda met concrete voorstellen die eind 2016 aan de Tweede Kamer wordt aangeboden. Dat betekent niet dat op dat moment het gesprek met de samenleving ophoudt. Gedurende de gehele energietransitie wil het kabinet in gesprek blijven met burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties.
De dialoog zal bijdragen aan bewustwording en kennis van de energietransitie. Burgers en organisaties worden uitgenodigd om een rol te spelen. Deelname aan de dialoog versterkt zo ook het eigenaarschap en daarmee het draagvlak voor de energietransitie.
Met een breed gedragen beeld van de vervolgacties in de energietransitie kunnen we ook de tijdsbepaling scherper stellen: waarmee kan direct worden gestart, wat vergt meer tijd en hoe ziet het tijdspad tot 2050 er uit?

Aanpak Energiedialoog

De maatschappelijke dialoog over energie wordt reeds op verschillende plaatsen gevoerd. Het kabinet wil waar mogelijk hier bij aansluiten en gedachtewisseling en besluitvorming verder ondersteunen. Daarnaast worden medeoverheden, bedrijven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties actief benaderd om onderdelen van de dialoog te organiseren. We zullen in overleg met hen de aanpak van de dialoog uitwerken.

Burgers, bedrijven, kennisinstellingen en andere overheden en maatschappelijke organisaties worden uitgenodigd hun visie op en analyse van de toekomstige energievoorziening te geven. Ook worden ze gevraagd naar welke verdere stappen kunnen worden genomen, in het bijzonder binnen de verschillende energiefuncties, en wie welke inzet daarvoor pleegt.

Tijdens de Energiedialoog houdt het kabinet vast aan drie randvoorwaarden voor de CO_2-arme energievoorziening in 2050, te weten borging van:

- de veiligheid van winning tot gebruik van energie;
- de zekerheid van de energievoorziening;
- de betaalbaarheid van energie.

Gedurende de Energiedialoog is er ruimte om vragen te stellen, om antwoorden aan te dragen en oplossingen uit te werken. Onder meer de volgende vraagstukken zullen aan de orde komen:

- Het is belangrijk dat in Nederland afspraken worden gemaakt hoe we onze opgave met het oog op 2050 realiseren. Hoe zorgen we voor commitment en inzet van alle partijen? Welke bijdragen zijn bedrijven, kennisinstellingen, gemeenten, provincies, waterschappen, maatschappelijke organisaties en burgers bereid om te leveren? Welke bijdrage gaat elk van de vier in dit rapport beschreven energiefuncties hier kwantitatief in leveren?
- Het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) is de hoeksteen van het Europese klimaatbeleid. Het is belangrijk om daarbij aandacht te hebben voor hoe ons huidig beleid past binnen een strategie waarbij primair op CO_2 wordt gestuurd middels het ETS. Hoe zorgen we ervoor dat het beleid eenduidig wordt gericht op het doel dat we stellen, zonder de werking van het ETS te verstoren?
- Toepassing van schonere en zuinigere technologieën kost tijd en geld. Er moeten investeringen worden gedaan die op een bepaalde termijn terugverdiend kunnen worden. Dat staat echter op gespannen voet met de ontwikkeling van nieuwe en innovatievere technieken. Hoe zorg je ervoor dat er voldoende ruimte is om investeringen terug te verdienen zonder dat het de ontwikkelingen van nieuwe en nog zuinigere technologieën belemmert?
- De ambitie van het kabinet is dat Nederland de kansen die de energietransitie biedt, verzilvert door onze competitieve sterktes maximaal te benutten en innovatieve oplossingen te ontwikkelen en te demonstreren. Welke inspanningen van overheid, kennisinstellingen en bedrijven zijn hiervoor nodig?
- Het kabinet kiest voor een ambitieus doel voor de reductie van broeikasgas-emissies en voor inspraak, participatie en draagvlak. Hoe geven we de transitie richting 2050 ruimtelijk vorm? Hoe zorgen we voor inpassing in de schaarse ruimte van Nederland?
- De transitie vraagt veranderingen in de infrastructuur. Hoe zorgen we dat de benodigde infrastructuur goed op orde blijft en goed aansluit op de veranderende energiemarkt?

Bijlage: toezeggingen en moties Energierapport

A Toezeggingen in Kamerbrieven

Gegevens brief	Toezegging	Waar ingelost
Brief 10-07-2015 Schaliegas Kamerstuk 33952 nr. 32	In het Energierapport 2015 zal het kabinet een integrale visie op de verduurzaming van de energievoorziening geven. In dat kader zullen de diverse opties voor de Nederlandse energiemix ten opzichte van elkaar worden gewogen en daarbij in de tijd worden neergezet (welke optie is wanneer in welke mate toepasbaar).	Paragrafen 3.2 en hoofdstuk 5
Brief 09-01-2015 Kabinetsreactie Monitor Duurzaam Nederland Kamerstuk 31239 nr. 186	In het Energierapport 2015 dient een nadere inkleuring van de benodigde innovatie-inspanningen te worden gegeven.	Paragraaf 3.4, Energiedialoog en beleidsagenda
07-10-2014 Reactienota Zienswijzen en adviezen Conceptnotitie reikwijdte en detailniveau plan MER Schaliegas Kamerstuk 33952 nr. 12	De Commissie m.e.r. heeft aanbevelingen gedaan over de informatie die nodig is om een goed besluit over schaliegas te nemen. Deze zullen zoveel mogelijk worden meegenomen in de structuurvisie of in het Energierapport 2015.	Paragrafen 3.2 en hoofdstuk 5
Brief 07-07-2015 Schaliegas Kamerstuk 33952 nr. 32	In het Energierapport 2015 zal het kabinet een integrale visie op een duurzame energievoorziening geven. Indien daaruit blijkt dat het wenselijk is om de winning van schaliegas in Nederland als optie niet uit te sluiten, zal het kabinet participeren in breed, langjarig wetenschappelijk onderzoek in Europees verband met alleen ruimte voor boringen met een wetenschappelijk doel.	Hoofdstuk 5
Brief 07-10-2014 Aardgasbeleid in Nederland Kamerstuk 29023 nr. 176	In het Energierapport 2015 zullen onderwerpen aan de orde komen als de optimale benutting van onze bodemschatten, inclusief het Groningenveld en de toekomst van het kleine velden beleid, energievoorzieningszekerheid en -leveringszekerheid, de toekomst van de samenwerking binnen het Gasgebouw en de voltooiing van de Europese energiemarkt.	Hoofdstuk 5
Brief 31-03-2015 Plan-MER Structuurvisie Windenergie op land Bijlage bij Kamerstuk 33612 nr. 23	In het Energierapport 2015 zal het kabinet een eerste positie bepalen over of de winddoelen (6000 MW in 2020) kunnen worden doorgetrokken tot na 2020.	Hoofdstuk 5, Energiedialoog en beleidsagenda

Gegevens brief	Toezegging	Waar ingelost
Brief 01-04-2015 Antwoorden op schriftelijke vragen inzake 'Beleidsdoor-lichting energieartikel (artikel 14)' Kamerstuk 30991 nr. 20	De Europese inzet voor de onderhandelingen in Parijs en de plannen voor de Energie Unie, waaronder de EU2030 doelen zoals afgespro-ken in de Europese Raad, vormen de kaders waar het Energierapport rekening mee zal houden.	Hoofdstuk 2
Brief 02-04-2015 Warmtevisie Kamerstuk 30196 nr. 305	In het Energierapport zal worden ingegaan op het potentieel van warmtelevering en elektrificatie voor de toekomstige energievoor-ziening en wat de toekomstige rol van gas daarbij kan zijn.	Hoofdstuk 5
Brief 13-07-2015 Moties en toezeggingen rond energie, mededinging, aanbesteden en postmarkt	In het kader van het Energierapport 2015 is energieopslag ook een thema waar naar gekeken wordt. Mede op basis daarvan zal bekeken worden of in aanvulling op de huidige inzet van de Topsector Energie extra inspannin-gen nodig zijn. Maar ook hoe het beste kan worden aangesloten en samengewerkt in het traject rond het Europese onderzoek- en innovatieprogramma.	Hoofdstuk 5, Energiedialoog en beleidsagenda
Brief 30-03-2015 Antwoorden op schriftelijke vragen inzake 'Beleidsdoor-lichting energieartikel (artikel 14)'	De vormgeving van beleid, het concreet benoemen van meetbare doelstellingen en het belang van monitoring en regelmatige tussenevaluaties van instrumenten zijn elementen die in de toekomst meer aandacht vragen. Deze lessen worden meegenomen bij het opstellen van het Energierapport 2015.	Paragraaf 4.1, Energiedialoog en beleidsagenda
Brief 02-04-2015 Warmtevisie Kamerstuk 30196 nr. 305	In het Energierapport zal worden ingegaan op de keuze tussen enerzijds gasnetten en anderzijds warmte(-koude)netten of alleen een elektriciteitsnet.	Paragraaf 4.2, Energiedialoog en beleidsagenda

B Toezeggingen in Kamerdebatten

Gegevens debat	Toezegging	Energierapport
17-11-2014 WGO Energie	In het Energierapport 2015 wordt een integrale visie op de rol van gas in de energietransitie gegeven.	Hoofdstuk 2 en 5
07-04-2015 AO 380 KV	In het Energierapport 2015 zal worden ingegaan op de ontwikkeling van de elektriciteitsvraag en -aanbod en de behoefte aan nieuwe transportcapaciteit.	Paragraaf 4.5
10-02-2015 Energie efficiëntie	In het Energierapport 2015 zal worden ingegaan op de vervanging van gasnetten in relatie tot duurzame energie.	Paragraaf 4.2
19-11-2015 Vaststelling van de begrotingsstaten van het Ministerie van Buitenlandse Zaken (V) voor het jaar 2016	De geopolitieke energiestrategie zal onderdeel uitmaken van het Energierapport 2015 en de Energiedialoog.	Hoofdstuk 1, paragraaf 2.2, paragraaf 5.2 Energiedialoog

C Moties

Gegevens motie	Toezegging	Energierapport
08-10-2015 Begrotingsbehandeling Wonen en Rijksdienst 2016 34 300 XVIII nr. 26	In het kader van het Energierapport zal worden onderzocht hoe de transformatie van de volledige bestaande voorraad sociale huurwoningen naar nul-op-de-meter wettelijk kan worden verankerd met als einddatum van deze transformatie het jaar 2035.	Energiedialoog en beleidsagenda
06-10-2015 Gas- en Elektriciteitswet 34199, nr. 51	In het Energierapport zal worden ingegaan op de rol die infrastructuurbedrijven kunnen spelen bij de (versnelling van de) verduurzaming van de energievoorziening.	Paragraaf 3.3, Energiedialoog en beleidsagenda
15-10-2015 Begrotingsbehandeling EZ, deel economie en innovatie 34300 XIII, nr. 57	In het Energierapport zal worden ingegaan op het perspectief en de voor- en nadelen van thoriumenergie in overleg met de TU Delft.	Hoofdstuk 5
13-10-2015 Miljoenennota 2016 34300 G	In het Energierapport zal worden ingegaan op aanvullende maatregelen om verdergaande CO_2-reductie ook na 2020 te bewerkstelligen.	Energiedialoog en beleidsagenda
17-11-2014 WGO Energie 34000 XIII, nr. 115	In het Energierapport zal worden ingegaan op de benodigde inspanningen (in euro's de komende tien jaar) op gebied van fundamenteel en toegepast onderzoek voor 2050-doelstellingen.	Energiedialoog en beleidsagenda

Aantekeningen

Dit rapport is een uitgave van:
Ministerie van Economische Zaken
Postbus 20401 | 2500 EK Den Haag

www.rijksoverheid.nl

Illustraties:
Today Designers, Utrecht

Vormgeving en productie:
Xerox/OBT, Den Haag

Januari 2016 | 89505

